

# fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



**Titelbild: Diese großartige Falschfarben-Aufnahme des Nordamerikanebels** No(NGC 7000) wurde nach dem Vorbild der Linienfilter-Aufnahmen des Hubble Space Telescope belichtet. Die Einzelbilder des RGB-Komposits entstanden durch Linienfilter der Wellenlängen von H $\alpha$  (grün), [OIII] (blau) und [SII] (rot). Belichtet wurde jeweils 3 Mal 30 Minuten durch ein 16"-Cassegrain bei einem Öffnungsverhältnis von f/3 mit einer STL-11000M CCD-Kamera. *Johannes Schedler*

Liebe Leserinnen und Leser,

**Deep-Sky-Objekte** wie der Nordamerikanebel galten noch vor 30 Jahren als nahezu unbeobachtbar. Heute feiern wir sie als Glanzlichter des Himmels und visuellen Beobachtungsgenuss (Seite 44). Dies zeigt, wie sich unser Hobby und sein Selbstverständnis ändert. Gerade werden wir wieder Zeuge einer besonders tief greifenden Entwicklung: Die subjektive Schätzung der Beobachtungsbedingungen hat ausgedient. Die Bestimmung der mit bloßem Auge erreichbaren Grenzgröße wird ersetzt durch eine moderne Methode, die ungleich genauer ist, Vergleiche zwischen verschiedenen Beobachtern erlaubt und nachvollziehbar gemessen werden kann. Nutzen auch Sie die neue Technik (Seite 48)!

**Die analoge Fotografie** ist allem Anschein nach zum Aussterben verurteilt. Doch was sie zu leisten vermag – gepaart mit moderner digitaler Bildverarbeitung, zeigt Rainer Mannoff mit seinem Projekt »Herz des Himmels«. 250 Quadratgrad um das Galaktische Zentrum fotografierte er mit einem 100/400mm-Refraktor in hoher Auflösung – unter dem dunklen Himmel Namibias. Aus den insgesamt 25 Aufnahmen wurde ein Mosaik erstellt, das ohne Verlust auf 1,5  $\times$  1,5 Meter Größe abgebildet werden könnte – eine beeindruckende Leistung (Seite 58).

**Die quälend lange Zeit** des Minimums der Sonnenaktivität neigt sich dem Ende zu. Passend zum neuen Anstieg der Flecken- und Flare-Aktivität erscheint im Oculum-Verlag ein neues Handbuch zur Beobachtung unseres Tagesgestirns. »Die Sonne« von Jürgen Banisch gibt in bisheriger Amateurliteratur nicht zu findender Ausführlichkeit einen Einblick in die Sonne und ihre Physik. Anschaulich und durchgehend in Farbe werden die Phänomene der Photosphäre und Chromosphäre beschrieben, und ihre Beobachtungsmöglichkeiten für den Amateur geschildert. Ich möchte Ihnen dieses Handbuch für Sonnenbeobachter auf dem neuesten Stand herzlich empfehlen.

sonnige Sommertage wünscht

Ihr

*Ronald Stoyan*



**Der Mensch auf dem Mond**

34



**Zoom auf den Nordamerika-Nebel**

44



**Grenzgröße ade**

48



**Das Herz des Himmels**

58

## Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **Geheimnisvolle Explosionen**  
Auf der Spur der Gamma-Ray Bursts
- 19 **Astro-Wissen: Wie entsteht eine Supernova?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **Wie verteilen sich Sterne in Galaxien?**  
Galaktisches Röntgenlicht stammt von Sternen
- 11 **Extrasolarer Planet mit zweifacher Erdmasse**  
Rotverschiebung 8
- 12 **Raumfahrt aktuell: Hubble runderneuert**

## Himmel

- **Ereignisse**
- 20 **Riesenplanet in Aktion**  
Jupiter bedeckt 45 Cap Doppelte  
Mondschattenvorübergänge auf Jupiter
- 21 **Jupitermond Io bedeckt seinen eigenen Schatten**  
Saturns Ringe werden unsichtbar
- **Sonnensystem**
- 24 **Sonne aktuell: Langes Minimum und flaches Maximum**
- 25 **Planeten aktuell: Der Große Rote Fleck in Bewegung**
- 26 **Kometen aktuell: Komet Christensen in der Sommermilchstraße**
- **Sternhimmel**
- 29 **Astronomie mit bloßem Auge: Uranus in Opposition**
- 29 **Astronomie mit dem Fernglas: Neptun und Jupiter**
- 30 **Objekt der Saison: NGC 6940**
- 31 **Objekt der Saison: 6992-5**
- 32 **Deep-Sky Herausforderung: Sharpless 129**

## Praxis

- **Mond**
- 34 **Der Mensch auf dem Mond**  
Auf den Spuren der Apollo-Missionen
- **Deep-Sky**
- 40 **Spektroskopie für Einsteiger**  
Teil 2: (Spalt-)Spektrographen zur Fotografie von Sternspektren

aktuell auf [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de)

**astroeinstieg.de**

by interstellarum Zeitschrift für praktische Astronomie

Die interstellarum-Einsteigerseiten

**AstronomieNewsletter**

Beobachtungen, Forschung, Szene  
aktuell informiert alle 14 Tage

**Astroschnäppchen**  
**AstronomieNewsletter**

ausgewählte Angebote für  
interstellarum-Leser

**Online-Ressourcen**

Digitale Astrofotografie für Einsteiger:  
Webcam-Workshop 5.

Digitale Astrofotografie für Einsteiger:  
Webcam-Workshop 6.

44 **Zoom auf den Nordamerika-Nebel**

Eine visuelle Annäherung  
an NGC 7000

48 **Grenzgröße ade**

Das Sky Quality Meter in der Praxis

47 **Praxis-Wissen: Welche Jupitermonderscheinungen kann man beobachten?**

## Technik

- **Selbstbau**
- 53 **Das Kufen-Teleskop**  
Ein äquatorial montierter Newton  
in Dobson-Leichtbauweise
- **Astrofotografie**
- 58 **Das Herz des Himmels**  
Ein hochauflösendes Mosaik  
des Milchstraßenzentrums
- 57 **Technik-Wissen: Was bewirken Weichzeichner-Filter in der Astrofotografie?**

## Beobachtungen

- **Rückblick**
- 63 **Merkur, Mond und Plejaden am 26.4.2009**

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# Geheimnisvolle Explosionen

Auf der Spur der  
Gamma-Ray Bursts

14



Die Abbildung ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

- **Objekte der Saison**  
66 M 27 / M 71
- **Galerie**  
70 Astrofotos unserer Leser

## Service

- **Szene**  
72 100 Stunden weltweit  
74 A German in New York  
75 Termine für Sternfreunde:  
August-September 2009
- **Rezensionen**  
75 **Digital SLR Astrophotography**  
Kompendium der Astronomie  
ABC Astronomie
- **Astromarkt**  
77 Kleinanzeigen

- 1 fokussiert
- 2 Inhaltsverzeichnis
- 6 Leserbriefe, Leserhinweise
- 78 Vorschau, Impressum

## Das Kufen-Teleskop

53



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken.



## Themenheft Planetarische Nebel

Das zweite Themenheft hat wohl eingeschlagen wie eine Bombe. Ihr habt euch selber übertroffen. Vom Amateurastronom für den Amateurastronom ein ganzes Heft voller Beobachtungsberichte. Da ist mit Sicherheit für jeden etwas dabei.

■ Mario Richter

Seit gestern Abend halte ich das neue PN-Heft in den Händen. Es ist mir ein Bedürfnis, spontan meine Begeisterung mitzuteilen. Eine toller Querschnitt von visuell bis Hubble für alle denkbaren Arten unser schönes Hobby zu betreiben in methodischer Perfektion. Die große Zahl der Autoren dürfte wohl für jeden Leser einen Spezialisten bereithalten, dem man nacheifern sollte. Besonders gut finde ich auch die Surftipps! Wenn ich noch kein Astrofreak wäre, würde ich nach diesem Heft damit anfangen!

■ Hubert Schupke

## Flug zum Mond

Den beigefügten Schnappschuss habe ich auf 1000m Höhe von der Ehrlihütte in der Schweiz mit einer Philips ToUcam gemacht.

■ Udo Preuss



# Wie verteilen sich Sterne in Galaxien?

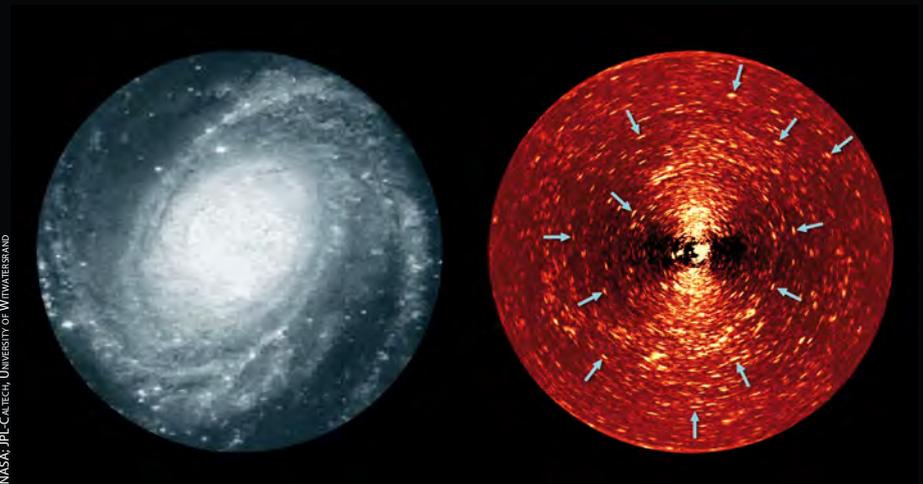
Betrachtet man Galaxien im infraroten Spektralbereich, so stellt man fest, dass alte Sterne gleichmäßig über die Galaxienscheibe verteilt sind, obwohl sie in Sternhaufen oder Assoziationen geboren werden. Wenn Sternhaufen einige 100 Millionen Jahre alt sind, zeigen sie Auflösungserscheinungen, weil ein Stern nach dem anderen durch chaotische Bewegungen im Sternhaufen herausgeschleudert wird. Andere Sternhaufen lösen sich auf, weil die Gaswolken, aus denen sie entstanden sind, mit anderen kollidieren. Auf größeren Skalen beobachtet man Scherbewegungen, die durch die Rotation der Galaxie verursacht werden und die Sternhaufen auseinander treiben. 33 Galaxien wurden mit dem Spitzer-Weltraumteleskop bei verschiedenen Wellenlängen im infraroten Spektralbereich beobachtet und die räumliche Verteilung der Sterne mit Hilfe einer speziellen mathematischen Technik, die von Jean Baptiste Fourier 1807 entwickelt wurde, analysiert. Damit können Strukturen herausgehoben werden, die sonst in der gleichmäßigen Verteilung der alten Scheibensterne untergehen würden. Man fand so hunderte von etwa 100 Millionen Jahre alten Sternhaufen, die durch Scherkräfte auseinander gezogen werden. Sie markieren den Übergang zwischen einer hierarchischen Struktur zu einem Sternstrom, wie ihn die Plejaden in unserer Galaxis darstellen. Diese Ströme wurden zum ersten Mal in anderen Galaxien beobachtet und tragen wesentlich zum Verständnis der Entwicklung von Galaxienscheiben bei. [NASA Spitzer Space Telescope 30.4.2009; Astrophys. J. 694, 115 (2009)]

NASA, JPL-CALTECH

NASA, JPL-CALTECH, UNIVERSITY OF WINTERBRAND



**Abb. 1: Infrarotaufnahme der Galaxie NGC 2841.** Licht mit der kürzesten Wellenlänge (3,6µm) ist blau dargestellt und zeigt ältere Sterne in NGC 2841 und Vordergrundsterne unserer Galaxis. In Rot (8µm) erscheinen Gas- und Staubregionen in der Galaxie.



**Abb. 2: Zwei verschiedene Ansichten der Galaxie M 81:** links eine Aufnahme im blauen Spektralbereich, rechts eine Aufnahme aus dem Infrarotbereich, die speziell bearbeitet wurde, um die Sternströme sichtbar zu machen (Pfeile). Jeder dieser Bögen stellt einen Sternhaufen dar.

## Galaktisches Röntgenlicht stammt von Sternen

Vor einem Vierteljahrhundert entdeckten Wissenschaftler eine diffuse Röntgenstrahlung aus der Umgebung der Milchstraßenebene. Seither hat sich eine ganze Generation von Astronomen den Kopf über deren Ursprung zerbrochen. Gewöhnlich geht energiereiche Röntgenstrahlung von sehr heißen Gasen in einem Temperaturbereich zwischen 10 und 100 Millionen °C aus. Und so ist auch diese »Galactic Ridge X-ray Emission« (GRXE) typisch für ein stark aufgeheiztes Gas.

Ein Gas mit diesen Eigenschaften würde allerdings sofort aus unserer Galaxis entweichen – die Milchstraße dadurch ständig eine ungeheure Menge Energie verlieren und schließlich in sich zusammenfallen: Denn die vorhandenen Energiequellen wie Sterne und Supernovae reichen nicht aus, um einen solchen Verlust wettzumachen. Als Erklärung für die GRXE scheidet auch der Zusammenstoß kosmischer Teilchen mit dem interstellaren Medium aus.

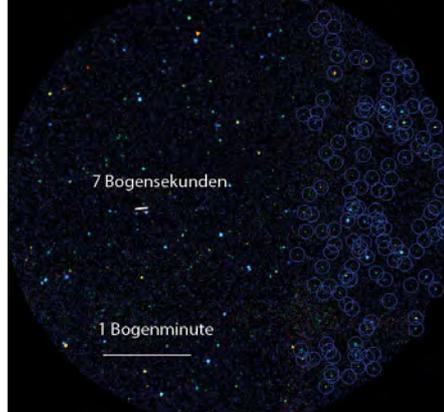
Erst in jüngerer Zeit zeigten Beobachtungen mit Satelliten, dass die Röntgenemission der Milchstraße dieselbe Helligkeitsverteilung aufweist wie die der Sterne. Seither wird vermutet, dass ein großer Teil der GRXE von Einzelsternen stammt. Eine kleine Himmelsregion in der Nähe des Milchstraßenzentrums, das etwa halb so groß wie der Vollmond ist, wurde deshalb genauer untersucht. Es bot sich zum einen an wegen seiner hohen GRXE-Intensität, wodurch »Störstrahlung« ex-

## Rotverschiebung 8

Nur 15 Stunden, nachdem der NASA-Satellit Swift am 23. April den 10 Sekunden dauernden Gammastrahlenausbruch GRB 090423 im Sternbild Löwe meldete, wurde dessen Nachleuchten mit der Multispektralkamera GROND am 2,2-Meter-Teleskop der MPI/ESO in Chile im optischen und infraroten Spektralbereich beobachtet. Dabei konnte die Rotverschiebung  $z$  des Lichts der Emissionsquelle gemessen werden, die nach dem Hubbleschen Gesetz ein Maß für die Entfernung ist: Mit  $z = 8^{+0,4}_{-0,8}$  stellt das beobachtete Objekt einen neuen Entfernungsrekord auf. Die große Entfernung ist wegen der Lichtlaufzeit gleichbedeutend mit einem Blick in die ferne Vergangenheit. Die von Swift beobachtete Explosion fand demnach statt, als das Universum erst ca. 630 Millionen Jahre alt war, also nur 4,5% des heutigen Alters besaß. GRB 090423 markiert damit die früheste Existenz eines kosmischen Gebildes überhaupt. Der Stern, dessen Explosion durch den Gammablitz gesehen wurde, gehört vermutlich zu der ersten Generation von Sternen, die sich in unserem Universum gebildet haben, als es 200 bis 400 Millionen Jahre alt war. Es waren diese ersten Sterne, welche die allerersten schwereren Elemente wie Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff produziert haben. Die Explosionen haben diese Elemente wieder in die Weiten des Alls verstreut – und daraus hat sich eine neue Generation von Sternen mit höherem Gehalt an schweren Elementen gebildet. Die Sonne, die Planeten und alles Material auf der Erde stammen wahrscheinlich erst aus der dritten Generation dieses Materiekreislaufes. [ESO Science Release 17/09, MPG SP / 2009 (78)]



**Komposit aus Aufnahmen** im  $i'$ -,  $z'$ - und J-Band des Nachglühens des GRB 090423. Da das Objekt nur im J-Band detektiert wurde, erscheint es tiefrot.

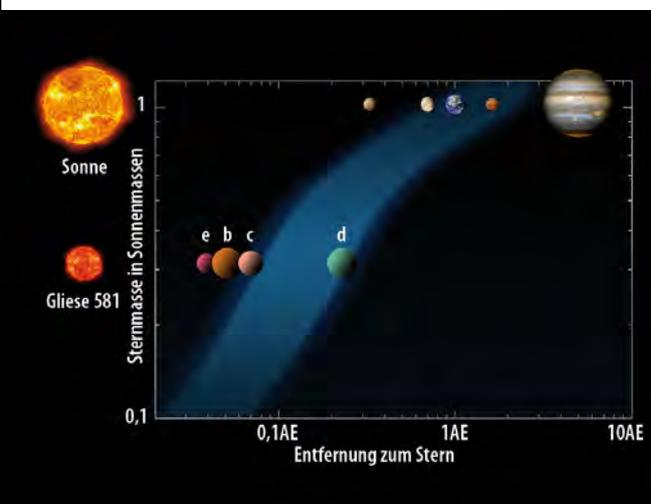


Die **Milchstraßenebene**, aufgenommen mit dem Röntgensatelliten Chandra in drei Farben: Röntgenlicht mit Photonenenergien zwischen 0,5keV und 1keV erscheint rot, solches mit Photonenenergien zwischen 1keV und 3keV grün und Emission mit Photonenenergien zwischen 3keV und 7keV blau. Einzelne Quellen sind durch Kreise markiert.

tragalaktischer Röntgenquellen nicht so ins Gewicht fällt, zum anderen wegen der relativ geringen Absorption durch das interstellare Medium an dieser Stelle, so dass man auch schwache Einzelquellen erfassen kann.

Der Röntgensatellit Chandra identifizierte in einem nur 2,6' messenden Ausschnitt innerhalb dieses Suchfelds 473 Punktquellen. Damit konnte bei den Energien von 6keV bis 7keV, bei denen Chandra u.a. beobachtete, 80% der diffusen Röntgenstrahlung in Einzelquellen aufgelöst werden. Bei den meisten der 473 Quellen handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Sterne mit einer hohen Aktivität in ihrer äußersten Gasschicht, der Korona, sowie um Weiße Zwerge, die Materie aus ihrer Umgebung auf sammeln. Weiße Zwerge sind Überbleibsel erloschener, massearmer Sterne. Häufig befinden sie sich in einem Doppelsternsystem und entziehen ihrem größeren Begleiter Materie. Astronomen können nun die GRX-Emission als Eichwert für die räumliche Verteilung von Sternpopulationen innerhalb der Milchstraße verwenden. Auch die diffuse Röntgenstrahlung anderer Galaxien scheint von Weißen Zwergen und aktiven Sternen zu stammen. [MPG SP / 2009 (74); Nature 458, 1142 (2009)]

## Extrasolarer Planet mit zweifacher Erdmasse



**Das Planetensystem von Gliese 581 im Vergleich zum Sonnensystem.** Blau eingezeichnet mit Fehlerbereich (dunkelblau) ist die habitable zone, der Entfernungsbereich um einen Stern, in dem Wasser auf der Oberfläche eines in ihm umlaufenden Planeten in flüssiger Form vorkommen kann.

gestirn entfernt und dürfte sich nach neuesten Erkenntnissen in der sog. habitable zone, also in der Entfernung von Gliese 581 befinden, in der Wasser auf einem Planeten in flüssiger Form vorkommen kann. [ESO Science Release 15/09]

### Surftipps

JPL/NASA: [www.jpl.nasa.gov](http://www.jpl.nasa.gov)  
 Space Telescope Science Institute: [www.stsci.edu](http://www.stsci.edu)  
 ESO Presse Mitteilungen: [www.eso.org/outreach/press-rel](http://www.eso.org/outreach/press-rel)  
 Max-Planck-Gesellschaft: [www.mpg.de](http://www.mpg.de)

Kürzlich gab der Exoplaneten-Forscher Michel Mayor einen weiteren Planeten im 20,5 Lichtjahre entfernten System Gliese 581 bekannt. Damit beherbergt diese Planetensystem vier Planeten: Gliese 581b mit 16 Erdmassen etwa von der Größe Neptuns, die zwei »Supererden« Gliese 581c und d mit 5 bzw. 7 Erdmassen und den neu entdeckten Planet Gliese 581e. Dieser besitzt nur das 1,9-fache der Erdmasse und ist damit der masseärmste bisher entdeckte extrasolare Planet. Höchstwahrscheinlich handelt es sich bei ihm um einen Gesteinsplaneten. Allerdings ist er seinem Zentralgestirn wesentlich näher als die Erde der Sonne: Für einen Umlauf benötigt er nur 3,15 Tage. Gliese 581d ist am weitesten vom Zentral-

## Raumfahrt aktuell Hubble runderneuert

Da staunten bei der NASA selbst die größten Optimisten: Sämtliche Aufgaben der fünften und zugleich letzten und schwierigsten Hubble Servicing Mission sind bei den fünf Außenarbeiten zweier Astronautenteams der Atlantis vom 14. bis 18. Mai erfüllt worden. Das Weltraumteleskop hat nun einen neuen Datencomputer, neue Gyroskope zur Lagebestimmung, neue Batterien, einen neuen Fine Guidance Sensor zur superpräzisen Nachführung, an kritischen Stellen neue Außenverkleidung, zwei brandneue wissenschaftliche Instrumente (die Kamera WFC3 und den Spektrographen COS), und die alten Instrumente ACS und STIS sind repariert, obwohl beide gar nicht dafür vorgesehen waren. Außerdem wurde noch ein spezieller Andockstutzen montiert, an dem sich – irgendwann nach 2020! – ein Roboter festkrallen und Hubble zum gezielten Absturz in den Pazifik bringen soll.

Die kommenden fünf bis sieben oder gar zehn Jahre aber wird Hubble so leistungsfähig wie nie zuvor als quasi brandneues Weltraumobservatorium zur Verfügung stehen, mit Detektortechnik, von der

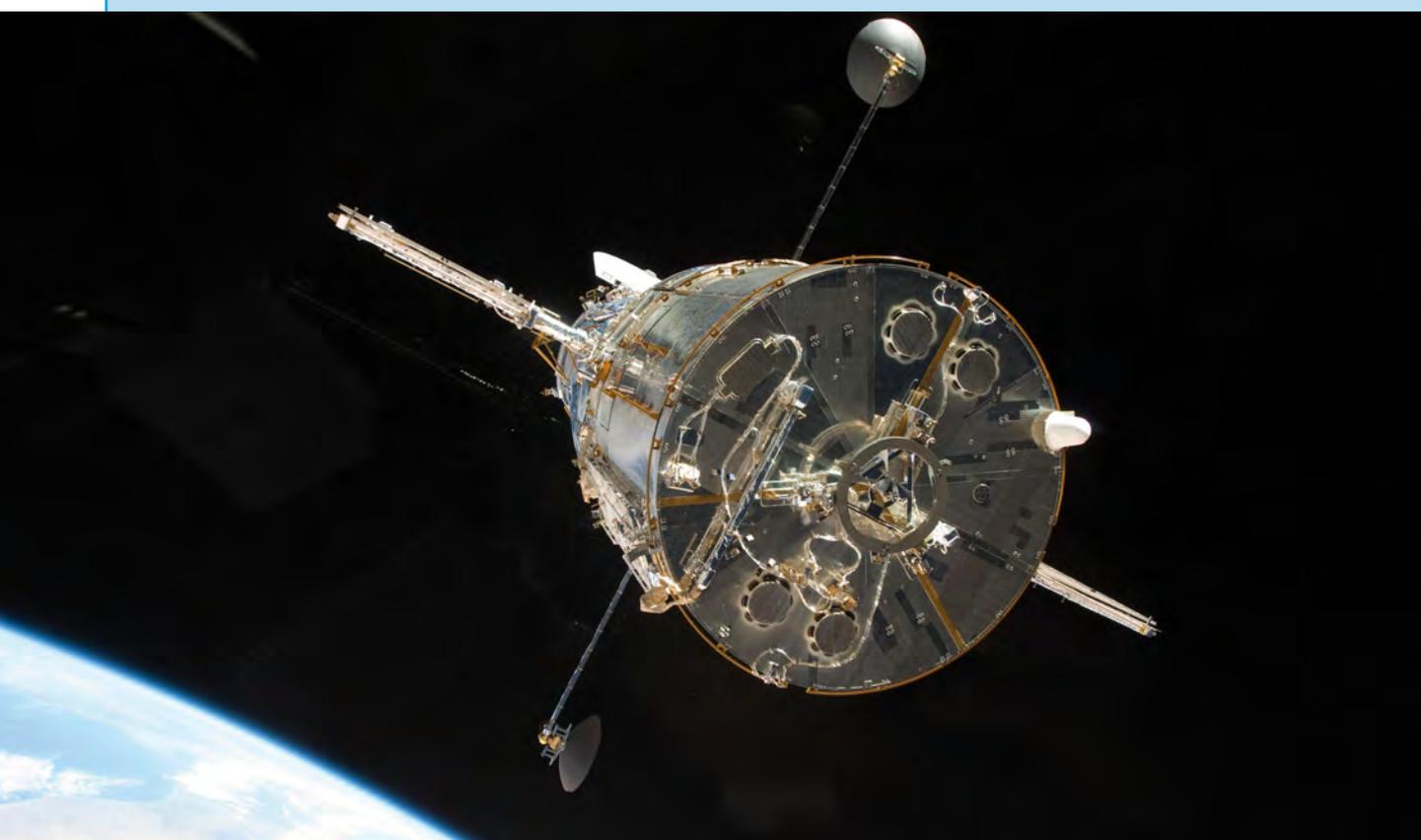
man 1990 nicht einmal zu träumen wagte, einem mindestens 30 Mal so hohen Datenvolumen wie bei Hubbles Start vor 19 Jahren und einer noch kompletteren Wellenlängenabdeckung vom ultravioletten bis zum nahen infraroten Spektralbereich. Die neuen Instrumente Wide Field Camera 3 und Cosmic Originis Spectrograph haben noch während der Atlantis-Mission ihre ersten Funktionstests absolviert und müssen sich dieser Tage auch an himmlischen Testobjekten beweisen: Vermutlich am 9. September wird es auch Bilder von ausgewählten eindrucksvollen Himmelsansichten zu sehen gehen. Bei der »Advanced Camera for Surveys« konnte die Stromversorgung des wichtigsten (Weitwinkel-)Kanals wieder hergestellt werden, während der hochauflösende Kanal nicht nutzbar geblieben ist, aber damit hatte man gerechnet. Und der noch länger ausgefallene Spektrograph STIS ist nun auch wieder in Betrieb.

Bleibt noch das IR-Instrument NICMOS, deren Kühlsystem seit 2008 verstopft ist und an dem während der Mission nicht gearbeitet worden war: Man hoffte es

während der (Wieder-)Inbetriebnahme der anderen Instrumente ebenfalls wieder in Betrieb nehmen zu können. Bei den Ausstiegen der Astronauten war es zuweilen zu Problemen gekommen, die nur mit Gewalt zu beheben waren: So weigerte sich die alte Hubble-Kamera WFPC2 beinahe erfolgreich, Platz für die WFC3 zu machen. Und ein Astronaut musste einen Handlauf vor STIS mit roher Gewalt abbrechen, um an das Instrument zu gelangen – dessen 117 Schrauben zu lösen dagegen ein Leichtes war. Weil die STIS-Operation aber insgesamt sehr lange dauerte, konnten bei diesem Ausstieg anschließend keine neuen Verkleidungsmatten angebracht werden: Das holte man beim letzten Gang aber komplett nach, so dass am Schluss keine einzige der insgesamt ein Dutzend Aufgaben der Atlantis-Mission gestrichen werden musste. Und so mancher Raumfahrtmanager trauert schon der Ära der Hubble Servicing Missions nach: Derart sinnvolle Einsätze von Astronauten für die Astronomie wird es wohl auf mindestens ein Jahrzehnt nicht mehr geben.

■ Daniel Fischer

**Zum fünften und letzten Mal** verlässt das Hubble Space Telescope die Ladebuch eines Space Shuttles, diesmal ausgestattet mit einer an seinem Hinterende klar erkennbaren Fangvorrichtung: Vermutlich wird hier – irgendwann nach 2020 – eine Art Roboter festmachen, um den schweren Satelliten zum Absturz im Pazifik zu bringen.





# Geheimnisvolle Explosionen

## Auf der Spur der Gamma-Ray Bursts

VON LARS-C. DEPKA

Jahrzehntelang gaben geheimnisvolle Lichtblitze, die von Satelliten im hochenergetischen Gammastrahlenbereich beobachtet wurden, den Wissenschaftlern Rätsel auf. Bis 1997 wusste man nicht einmal wie weit die Objekte, die sie verursachten, entfernt waren, geschweige denn, was sie waren: Gehörten sie zu unserer Milchstraße oder waren sie weit entfernte extragalaktische Objekte? Ohne dieses Wissen war es jedoch unmöglich ihre Natur zu klären. Heute favorisiert man zwei verschiedene Vorgänge als Ursache für einen Gammastrahlenblitz: die Verschmelzung zweier Neutronensterne und die Explosion eines sehr massereichen Sterns am Ende seines Lebens. Viele Details sind aber immer noch ungeklärt.

**G**ammastrahlenblitze oder englisch Gamma-Ray Bursts (GRBs) sind die gewaltigsten Explosionen des Universums, übertroffen nur noch vom Urknall selber. Statistisch lässt sich ein solches Ereignis jeden einzelnen Tag einmal beobachten. Dabei handelt es sich um relativ kurzzeitige, aber intensive Ausbrüche von Gammastrahlung, die aus sämtlichen Himmelsrichtungen kommen und eine Lebensdauer von einigen Millisekunden bis zu einigen Minuten erreichen können.

### Rätselhafte Auslöser

Niemand weiß genau, was die Ausbrüche auslöst oder welche Prozesse während dieser Ausbrüche ablaufen. Nur so viel ist sicher: Wenn ihre Zeit gekommen ist, verabschieden sich Sterne in einer Vielzahl beeindruckender Wege von der Bühne des Lebens. Die massereichsten unter ihnen (zwischen 50 und 100 Sonnenmassen) vergehen in einem Akt der Gewalt, wie es

**Abb. 1: Sind Supernovae die Ursache von Gamma-Ray-Bursts**, jener gigantischen Strahlungsausbrüche, die binnen weniger Momente gewaltige Energiemengen freisetzen? Die künstlerische Darstellung zeigt zwei gebündelte Jets, die bei der Bildung des Schwarzen Lochs entstehen. Sie brechen durch die Sternoberfläche, wobei der Großteil der Energie als Gammastrahlung abgegeben wird.

ihn in seiner Intensität seit der Entstehung des Universums nicht mehr gegeben hat. Vermehrt geht man in Fachkreisen daher davon aus, dass es sich bei den Gamma-Ray Bursts um den Tod eines massereichen Sterns und gleichzeitig die Geburtswehen Schwarzer Löcher handeln könnte.

Die Gammastrahlen-Astronomie ist ein vergleichsweise junger Zweig der Wissenschaft, auch wenn sich Forscher schon lange vor der ersten Beobachtung kosmischer Gammastrahlen sicher waren, dass diese Art der hochenergetischen Strahlung im Kosmos vorhanden sein müsste. Erste Vermutungen dazu datieren aus den 1940er Jahren. Bis zum Beginn der Raumfahrt Ende der 1950er Jahre konnte die kosmische Gammastrahlung jedoch kaum

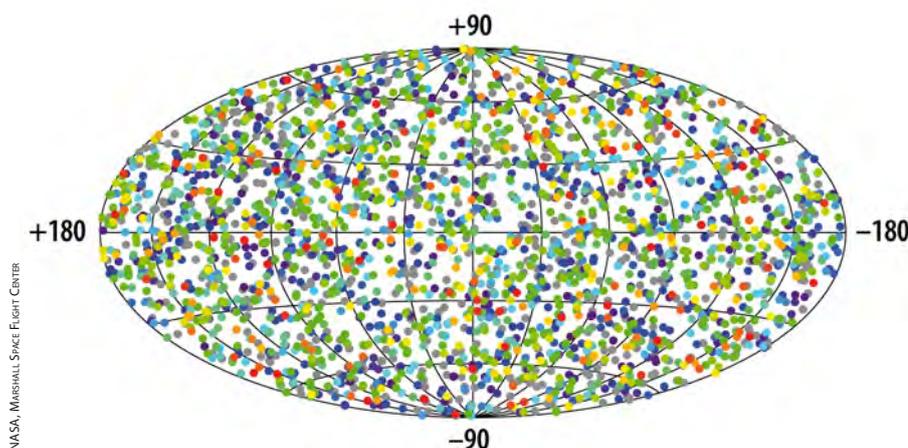
nachgewiesen werden, da sie so gut wie vollständig von der Erdatmosphäre absorbiert wird.

### Militärsatelliten entdecken geheimnisvolle Blitze

Die Geschichte der Entdeckung der Gamma-Ray Bursts beginnt daher erst im Oktober des Jahres 1963. Es war ganz und gar nicht als Wissenschaftsmision angedacht, als die US Air Force das erste Paar einer ganzen Satellitenserie startete. Diese Satelliten waren inspiriert durch ein kurz zuvor unterzeichnetes Abkommen: den Vertrag über das Verbot von Atomwaffentests im Weltraum, auf der Erde und unter Wasser von 1963 (Partieller Teststopp-

NASA

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die



**Abb. 2: Die Verteilung der Gamma Ray Bursts am Himmel** nach Beobachtungen des BATSE Instruments auf dem Compton Gamma Ray Observatory der NASA.

Vertrag) zwischen den USA, der UdSSR und Großbritannien, der als Vorläufer des 1968 geschlossenen Atomwaffensperrvertrages angesehen werden kann. Zur Überwachung des Abkommens benötigte man in einem ersten Schritt geeignete Kontrollmechanismen. Weitere Vorgabe der Projektausschreibung sollte die lückenlose Überwachung und Detektion von Atomwaffenversuchen auf der Erde sein, die den Aufbau einer entsprechenden Satellitenflotte notwendig machte.

Das Anforderungsprofil führte schließlich zum »VELA«-Programm (vom spanischen Verb *velar* für bewachen, sehen), dessen erstes Satellitenpaar 1963 in einen so genannten 4-Tages-Orbit von 250000km Durchmesser gebracht wurde und dessen letztes Satellitenpaar 1985 abgeschaltet wurde.

Die Röntgendetektoren der Sonden waren dafür ausgelegt, Ausbrüche von Röntgenstrahlung – wie sie bei der Zündung von Atombomben entsteht – direkt nachzuweisen. Als eine Art weitere Absicherung verbaute man darüber hinaus noch je einen Gammastrahlendetektor, um etwaige Atomexplosionen zweifelsfrei nachweisen zu können. Überraschenderweise brachten sie jedoch der Gammaastronomie erste Impulse, indem sie die Gammablitz aus den Tiefen des Weltalls entdeckten.

### Viele Ausbrüche, aber keine Erklärung

Mitte der 1960er Jahre wurden einhergehend mit weiter verbesserten Messempfindlichkeiten der Satelliten vermehrt Ausbrüche beobachtet, die nicht von Atomwaffenexplosionen herrühren konnten. Doch erst im Jahre 1972 gelang es, die Richtung der vermeintlichen »Fehlmeldungen« ansatzweise zu bestimmen. Die bis dahin erzielten Auflösungen ließen dies einfach nicht mit der notwendigen Genauigkeit zu.

1973 dann wurden die Daten, die durch die Satelliten Vela 5a/b und 6a/b in den Jahren 1969–1972 gesammelt wurden, zusammen mit der These, dass es sich bei den beobachteten Gammastrahlenausbrüchen um Quellen kosmischen (und nicht kommunistischen wie der New Scientist trocken anmerkte) Ursprungs handeln muss, erstmals veröffentlicht.

Erste Spektralinformationen lieferten die Satelliten IMP-6 und OSO-7 ebenfalls in der ersten Hälfte der 1970er Jahre. Sie zeigten Ausbruchsspektren im hochenergetischen Gammastrahlenbereich, die die Annahme des kosmischen Ursprungs dieses Phänomens weiter stützten. Die Natur der gerade neu entdeckten Gammastrahlenausbrüche vermochte man zu jener Zeit natürlich nicht zu klären und so entwickelte sich langsam eine geradezu mystische Aura rund um die Neuentdeckung.

### Hochenergetische Strahlung

Schon lange, bevor Experimente die kosmische Gammastrahlung detektieren konnten, vermutete die Wissenschaft die Existenz sehr energiereicher Strahlung im Universum. Auch bei der Gammastrahlung handelt es sich, ebenso wie bei Licht, um elektromagnetische Strahlung, die jedoch eine viel höhere Energie aufweist. Die Strahlung entsteht beim Zerfall von Atomkernen bzw. beim Übergang eines Atomkerns von einem energiereichen Zustand in einen energiearmen Zustand, ohne dass sich dabei die Anzahl von Protonen oder Neutronen im Kern ändert.

In der Astronomie wird mit »Gammastrahlung« im weiteren Sinne jede elektromagnetische Strahlung mit Energien von über 200 Kiloelektronenvolt (keV), unabhängig von ihrem Entstehungsprozess, bezeichnet. Dabei überschneiden sich mitunter die »weiche« Gammastrahlung und die mittlere bis harte Röntgenstrahlung von ihren Energiebereichen her, jedoch

wird die Gammastrahlung von Atomkernen emittiert, während Röntgenstrahlung bei Vorgängen in den inneren Schalen der Atomhülle entsteht.

### Ein früher Wegbereiter

Bekannt ist die Gammastrahlung seit 1900, als Paul Ulrich Villard (1860–1934) eine Komponente der von Uran ausgehenden und erst kurz zuvor entdeckten radioaktiven Strahlung nachwies. Sie besaß ein größeres Durchdringungsvermögen als die Alphastrahlung und die Betastrahlung und ließ sich nicht durch Magnetfelder ablenken. Da es die dritte gefundene Strahlungskomponente war, prägte der britische Physiker Ernest Rutherford (1871–1937) den Begriff der Gammastrahlung.

Es war die zivile Wissenschaft, die 1961 mit »Explorer XI« das erste explizit zu diesem Zweck entworfene Experiment startete. Die Ausbeute war mit weniger als 100 kosmischen Gammastrahlenphotonen jedoch nicht hinreichend genug, um belastbare Aussagen hinsichtlich ihres Ursprungs und ihrer Quellen treffen zu können.

Wegen ihrer kurzen Dauer, des geringen Auflösungsvermögens der damaligen Satellitenteleskope und ihrer hohen Leuchtkraft konnte man sie lange Zeit weder bekannten (optischen) Quellen zuordnen, noch adäquate Theorien zu ihren Ursachen aufstellen. Zuerst wurde vermutet, dass die Quellen dieser Blitze innerhalb unserer Milchstraße zu finden seien. Diese Vermutung basierte auf der Annahme, dass ein solches Ereignis bei einem weiter entfernten Objekt auf Grund der gewaltigen Energiemengen nicht erklärbar wäre, ohne dass hierbei grundlegende physikalische Prinzipien verletzt werden würden.

Auf Grund ihrer gleichförmigen Verteilung über den gesamten Himmel konnte man jedoch indirekt schließen, dass sie extragalaktische Strahlungsquellen sind, da sie sich andernfalls in der Ebene der Milchstraße, in der sich die meisten Sterne der Milchstraße befinden, hätten häufen müssen oder, falls sie zum Halo der Milchstraße gehörten, in Richtung des galaktischen Zentrums (Abb. 2).

### Eine neue Ära

Im Jahr 1997 begann für die Burst-Astronomie eine neue Entwicklungsstufe. Dank der Daten des italienisch-niederländischen Satelliten BeppoSAX konnte erstmals hochpräzise die Position eines Gammastrahlenausbruchs bestimmt werden, so dass eine Untersuchung des Nachleuchtens

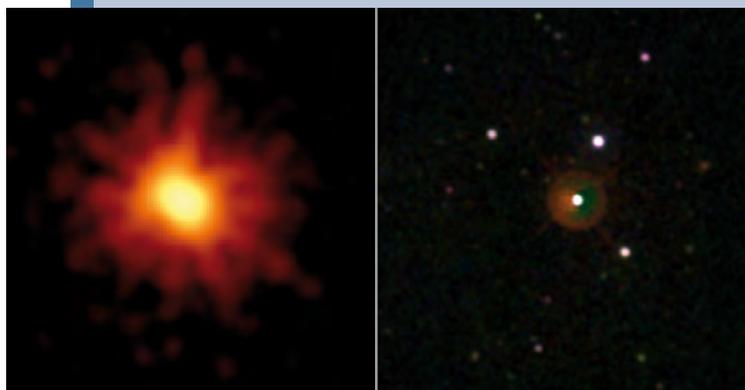
## Gamma-Ray Bursts für Amateurastronomen?

Am 19. März 2008 erschien etwa 5' südlich von  $\gamma$  Bootis an der Position R.A. 14h 31min 41s und Dekl. 36° 18' 9" ein stellares Objekt mit einer Helligkeit von 5<sup>m</sup>.76. Innerhalb von etwa vier Minuten fiel die Helligkeit auf 11<sup>m</sup> ab.

Es handelte sich um den ersten Gammastrahlenausbruch am Himmel, der mit bloßem Auge zu beobachten gewesen wäre: GRB 080319B. Bei einer Entfernung von 7,5 Milliarden Lichtjahren erreichte der Ausbruch eine absolute Helligkeit von  $-36^M$  – der größte jemals von Astronomen beobachtete Wert, mehr als zwei Millionen Mal heller als jede Supernova.

Obwohl zur Beobachtung des Nachglühens dieses Gamma-Ray Bursts schon das bloße Auge ausgereicht hätte, sind bis heute keine derartigen Beobachtungen bekannt geworden. Allerdings haben finnische Beobachter die visuelle Detektion des Objekts GRB 030329 mit großen Newtontelestopen im Jahr 2003 bei einer Helligkeit von ca. 14<sup>m</sup> berichtet. Auch mehreren Astrofotografen gelang es, Gamma-Ray Bursts zu detektieren – wie dem südafrikanischen Amateur Bertho Monard, der GRB 030725 mit einem 12"-SCT und CCD-Kamera ablichtete.

Die amerikanische Veränderlichenbeobachter der AAVSO bieten einen Alarmerungsservice bei hellen Gamma-Ray Bursts. Schnell einsatzbereite Amateure können somit wertvolle Beobachtungen für die aktuelle astronomische Forschung liefern.



**Der Gamma-Ray Burst GRB 080319B**, aufgenommen vom Röntgenteleskop XRT (links) und dem Ultraviolett-Teleskop UVOT (rechts) des Satelliten Swift. Die Beobachtung wäre auch mit dem bloßen Auge möglich gewesen.

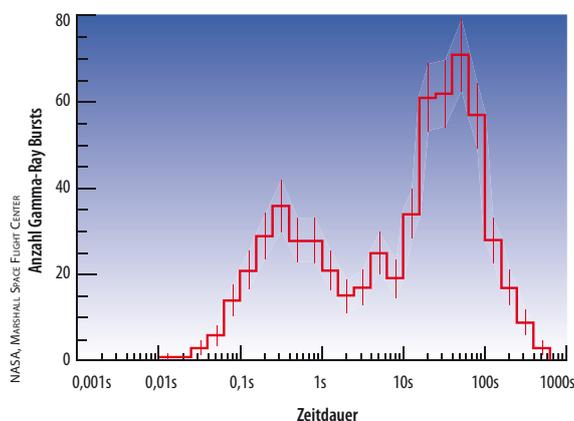
sich zusammen und beendet sein kosmisch kurzes Leben mit einer gewaltigen Explosion (vgl. Kasten Astrowissen). Es entsteht ein rotierendes Schwarzes Loch, um das sich eine Materiescheibe bildet. Während das meiste Gas in das Schwarze Loch stürzt, wird ein Teil des Gases rasend schnell an den Polen ausgestoßen – wobei die Gammastrahlung entsteht. Der Mechanismus, der die Anziehungskraft in einen Ausfluss von Gas umwandelt, ist jedoch noch nicht vollständig verstanden. Diese Prozesse finden in einem Gebiet von nur einigen zehn Kilometern Durchmesser statt – ein sehr kleines Gebiet, genau im Zentrum des Sterns, produziert diese riesige Energiemenge.

Je mehr Gamma-Ray Bursts beobachtet wurden, umso rätselhafter erscheinen sie. So besitzen zwar Spiral- und Zwerggalaxien sowie elliptische und irreguläre Galaxien extrem massereiche Sterne, aber kurioserweise produzieren nicht alle Arten von Galaxien auch Gammastrahlenausbrüche. Dieser Umstand war nur einer der vielen Aspekte, der in der Fachwelt angeregt diskutiert wird.

Ebenfalls muss zwischen zwei Arten von Gamma-Ray Bursts unterschieden werden. Diejenigen, die über einige Sekunden hinweg zu beobachten sind – die langlebigen also – und die kurzlebigen Ereignisse, deren Lebensdauer nicht wesentlich über einige Millisekunden hinausgeht (Abb. 3). Erstere, so die Hypothese, sollen durch den Kollaps »supermassereicher« Sterne entstehen – eine Erklärung, die erstmalig von einer Gruppe um Stan Woosley von der University of California in San Diego vorgeschlagen wurde – über den Hintergrund letzterer stellt man bisher noch kaum Vermutungen an. Sie stellen derzeit noch die Grenze des Erforschten dar. Was sich bei den kurzlebigen GRBs jedoch genau herauskristallisiert hat, ist ihre wenig wählerische Eigenart, in jedem Galaxientyp nachgewiesen worden zu sein.

### Das Nachleuchten

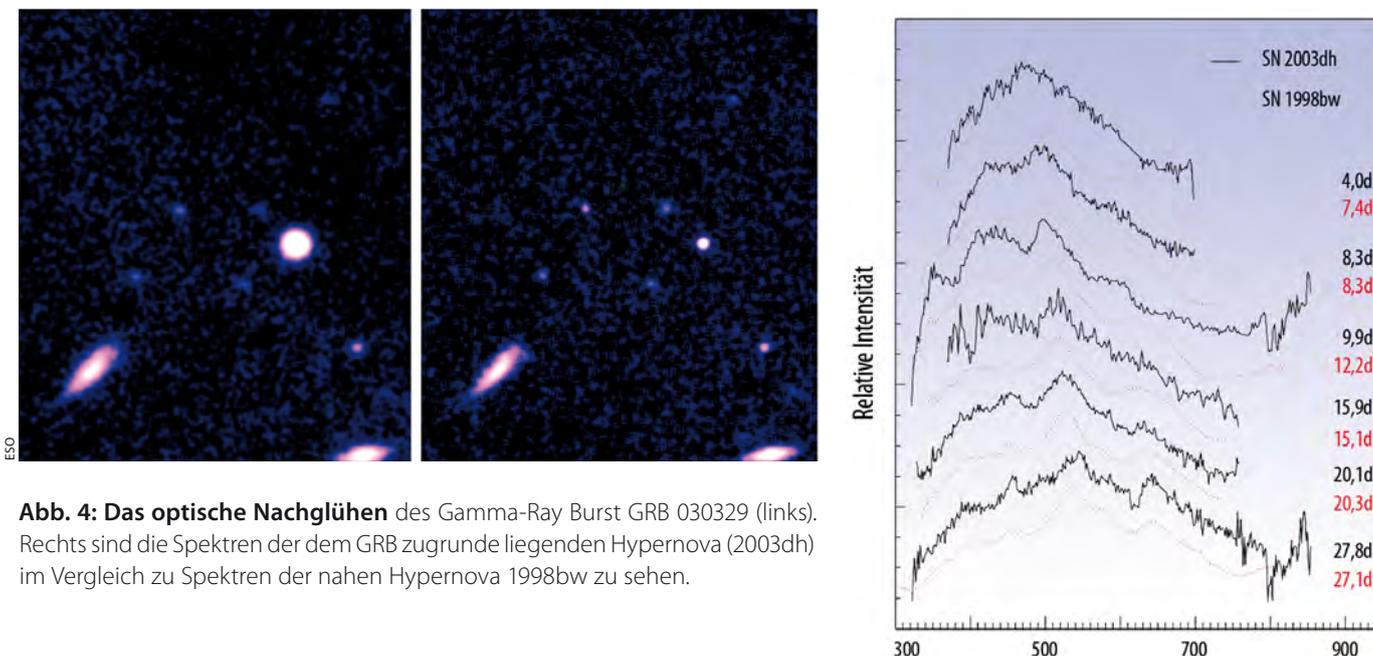
Die in den letzten Jahren immer weiter verbesserten Möglichkeiten zur hochgenauen Positionsbestimmung der Explosionen am Himmel – und damit die Kenntnis der Objekte, die in den Explosionen vergehen – machte es erst möglich, das Nachglühen der Bursts auch von der Erde aus beobachten zu können. Da das eigentliche Ereignis, der Gammastrahlenblitz, nur eine maximale Lebenserwartung von wenigen Sekunden aufweist, ist das so genannte Nachglühen für die Gammastrahlenastro-



**Abb. 3: Dauer der Gammastrahlenblitze.** Deutlich erkennt man eine Häufung der Ausbrüche bei einer Dauer von etwa 0,3s und bei 40s. Es muss also zwei verschiedene Arten von Gamma-Ray Bursts geben.

des Ausbruchs erst im Röntgenlicht und später von der Erde aus mit Großteleskopen im sichtbaren Licht möglich wurde. Mit einem Mal war klar, dass Bursts in den Tiefen des Kosmos viele Milliarden Lichtjahre entfernt explodieren und infolgedessen bis dahin ungeahnte Energiemenge abstrahlen müssen.

Aus jener Zeit stammen auch die ersten grob umrissenen Erklärungsansätze dieser Hochenergieblitze. Vermutlich – so die viel beachtete Annahme –, ereignen sich Bursts bei äußerst massereichen Sternen, also Sternen, die 30 bis 50 Mal schwerer sind als unsere Sonne. Ist so ein Stern an das Ende seines Lebenszyklus angelangt, stürzt er in einer Supernova in



**Abb. 4: Das optische Nachglühen** des Gamma-Ray Burst GRB 030329 (links). Rechts sind die Spektren der dem GRB zugrunde liegenden Hypernova (2003dh) im Vergleich zu Spektren der nahen Hypernova 1998bw zu sehen.

nomen oftmals die einzige Möglichkeit, etwas über die Natur der vorausgegangenen Ereignisse zu erfahren. Der Schlüssel zum Verständnis der Burst-Quellen liegt also in der heißen Explosionswolke aus Materie, die, auf mehrere hundert Milliarden Grad erhitzt, in zwei gebündelten Strahlen entlang der Rotationsachse ins All schießt. Sobald die auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigten Teilchen auf andere Materie treffen (z.B. das interstellare Medium) heizt sich diese auf. Solche Explosionsüberreste strahlen dabei dann für einige Stunden, Tage oder auch Wochen im Röntgenbereich, visuellen Bereich und Radiobereich.

## Zwei Klassen von Ausbrüchen

Schon seit den 1990er Jahren hat man vermehrt Anzeichen beobachtet, dass es sich bei den lang- und kurzlebigen Gamma-Ray Bursts um zwei verschiedene Klassen handeln muss. Ganz wesentlich unterscheiden sich die beiden Klassen in dem Spektrum des Lichts, das sie emittieren.

Die kurzlebigen Ausbrüche spielen sich im hochenergetischen Ende des Spektrums ab, während langlebige Gamma-Ray Bursts Gammastrahlung niederer Energien emittieren. 2005 wurden die unterschiedlichen Charaktere der beiden Ereignisse besonders deutlich, als es das erste mal gelang, das Nachglühen eines kurzlebigen Ausbruchs teleskopisch zu verfolgen (Abb. 5). Die Charakteristik des Beobachteten passte nicht zu einer Supernovaexplosion, was eindeutig gegen die Annahme eines kollabierenden Sterns sprach.

Die derzeit favorisierte Theorie hat die höchst gewalttätige Kollision zweier Neutronensterne zum Inhalt (Abb. 6). Solche

Neutronensterne sind nicht mit den Gasphären zu vergleichen, unter denen man sich Sterne wie unsere Sonne vorstellt. Ein Neutronenstern ist eher wie ein Atomkern mit etwa 12km Durchmesser zu verstehen.

Atome, die unsere Welt und unseren Alltag ausmachen und bestimmen, bestehen zum Großteil aus leerem Raum. Die Neutronen, aus denen ein Neutronenstern besteht, sind jedoch so extrem dicht gepackt, dass nur ein wenig Mehr nötig wäre, um durch die Eigengravitation eine Singularität hervorzurufen. Die hypothetische Fingerspitze dieser Materie hätte ein Gewicht von nahezu 100000 Tonnen. Die Dichte und Gravitation eines Neutronensterns wird im Kosmos nur noch durch die eines Schwarzen Loches übertroffen.

## Neutronensternkollisionen?

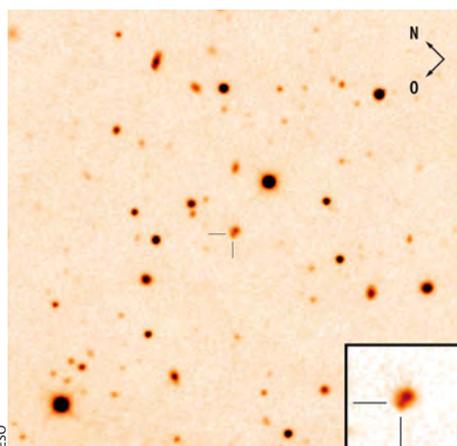
Kann man die Theorie der Neutronensternkollision verifizieren? Ein möglicher Lösungsweg könnte nach Meinung der Wissenschaft das Aufspüren so genannter Gravitationswellen sein. Bevor es zu einer Neutronensternkollision kommt, umkreisen sich beide Partner in einem Binärsystem und sollten nach den Vorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie aufgrund ihrer immensen Gravitation bisher noch nicht zweifelsfrei direkt nachgewiesene Wellen in der Raumzeit erzeugen. In der Allgemeinen Relativitätstheorie wirken Änderungen des Gravitationsfeldes nicht sofort, wie in der Newtonschen Himmelsmechanik, sondern breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Demnach werden von jedem System beschleunigter Massen (z.B. einem Doppelsternsystem oder einem sich drehenden Planeten) Gravitationswellen

erzeugt. Dieser Mechanismus ist dem der elektromagnetischen Strahlung vergleichbar, die durch beschleunigte elektrische Ladungen hervorgerufen wird. Die Frequenz der Gravitationswellen eines solchen Binärsystems würde sich bei immer weiterer Annäherung der beiden (Neutronen)-Sterne aneinander, charakteristisch erhöhen.

Die Wissenschaft versucht derzeit verstärkt, den direkten Nachweis der Gravitationswellen und damit vermutlich auch den entscheidenden Hinweis hinsichtlich der Neutronenstern-Theorie zu erbringen. Neueste Ansätze zum Gravitationswellennachweis sind Experimente wie das Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO), das in Livingston (US-Bundesstaat Louisiana) und Hanford (US-Bundesstaat Washington) aufgebaut ist. Ziel der Versuchsanordnung ist es, mit Hilfe eines Lasers den Abstand zweier Spiegel dieses Experimentes so präzise zu messen, dass winzigste Abstandsverschiebungen der Spiegel untereinander, die aufgrund von Gravitationswellen verursacht werden, die die Erde passieren, nachweisbar sind. Vor diesem Hintergrund wurde auch zwischen dem deutsch-britische Detektor GEO600 und LIGO ein gemeinsames Messprogramm mit vollständigem Datenaustausch und gemeinsamer Auswertung vereinbart.

## Langlebige Bursts

Die bevorzugten Galaxientypen der langlebigen Gamma-Ray Bursts scheinen die kleinen irregulären Galaxien zu sein, anstatt der regulären Spiralgalaxien wie beispielsweise unsere Milchstraße. Ein viel versprechender Ansatzpunkt ist die An-



**Abb. 5: GRB 050509B**, der erste im visuellen Spektralbereich beobachtete kurze Gamma-Ray Burst.

nahme, dass extreme Supernovaexplosionen Sterne großer Masse und niedriger Metallizität erfordern. Größere Galaxien neigen eher dazu, metallreiche Sternpopulationen aufzuweisen, als die kleineren. Darin mag ein Grund liegen, warum bisher noch kein langlebiger Gamma-Ray Burst in einer regulären Galaxie nachgewiesen werden konnte.

Der zugrunde liegende Gedanke ist dabei folgender: Metalle innerhalb der Sterne unterstützen stark den stellaren Wind. Die Metallatome reflektieren in gewisser Weise die Strahlung des Sterns und stellen somit eine Art solares Segel dar, was letztlich zu einem Impuls führt, der den Sternwind in seiner Intensität verstärkt.

Metallreiche Sterne verlieren auf diese Art einen Großteil ihrer Masse, bevor sie explodieren. Dieser Massenverlust kann so hoch sein, dass sich aus dem Stern nach Beendigung seines Lebens kein Schwarzes Loch bildet, sondern stattdessen ein Neu-

tronenstern entsteht. Es liegt insofern durchaus im Bereich des Möglichen, dass ein fundamentaler Zusammenhang zwischen einem GRB und einem Schwarzen Loch besteht, denn ist ein Stern massereich genug, um einen GRB zu erzeugen, reicht die Masse der Sternleiche sehr wahrscheinlich auch aus, um ein Schwarzes Loch entstehen zu lassen.

In Galaxien mit hohem Anteil an metallreichen Sternen sollten vor diesem Hintergrund die Gammastrahlenausbrüche nicht zu beobachten sein, eine Vermutung, die bisher sehr gut mit den tatsächlichen Beobachtungen übereinstimmt.

### Die große Unbekannte

Doch nicht nur die Schlagworte hohe Masse und niedrige Metallizität spielen in der Diskussion um Gamma-Ray Bursts eine zentrale Rolle. Ebenso auf der Liste erscheinen sollte auch eine hohe Umdrehungsrate des Sterns. So scheint sich langsam ein weitgehend anerkannter Konsens abzuzeichnen, dass Gamma-Ray Bursts den Großteil ihrer Energie in Jets an das umgebende Medium abgeben. Astrophysikalisch betrachtet, werden Jets üblicherweise von schnell rotierenden Objekten gebildet. Wenn also ein sich langsam drehender massereicher Stern zu einem Schwarzen Loch kollabiert, verschwindet auch der meiste Teil der Energie im Schwarzen Loch.

Doch die schnell rotierenden Sterne warten mit einem Trick auf, der es einem Teil der Energie erlaubt, zu entkommen: Die Zentrifugalkräfte des rotierenden Körpers zwingen das einfallende Material in einen Ring oder Wulst um den Körper und verursachen so eine weniger dichte

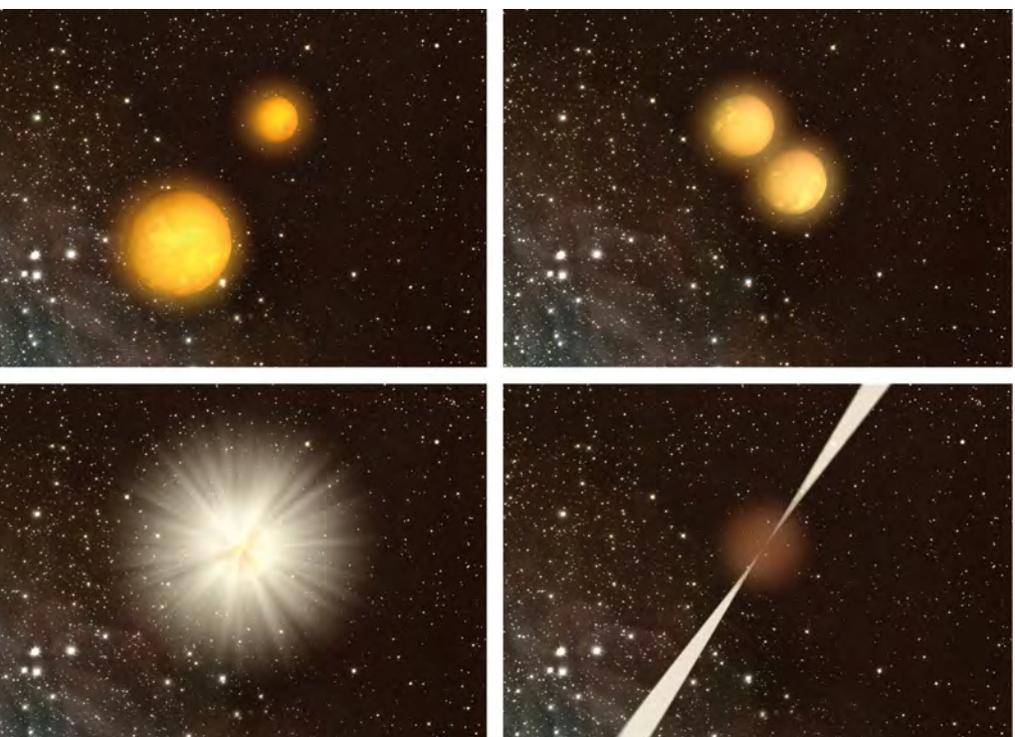
Region entlang der Rotationsachse. Dieser so entstandene Kanal ermöglicht es einem Teil der Energie und Materie an den Polen als Jet auszutreten, anstatt im Schwarzen Loch zu verschwinden.

### Welche Rolle spielt die Rotverschiebung?

Sind also alle Mysterien rund um die Gammastrahlenausbrüche gelöst? Wohl eher nicht, denn es scheint keine Gammastrahlenausbrüche im jungen Universum zu geben. Genauer gesagt, ist der am weitesten entfernte (und damit auch älteste) Ausbruch in 12,8 Milliarden Lichtjahren Entfernung beobachtet worden.

Doch gerade in der Zeit des allerjüngsten Universums, als sich die ersten Sterne vor ca. 13,4 Mrd. Jahren bildeten, waren eben diese (Sterne) qua definitione metallarm. Also sollte doch ein reiches Feuerwerk an Gamma-Ray Bursts aus jener fernen Vergangenheit beobachtbar sein. Das Gegenteil ist jedoch der Fall, kein einziger Ausbruch älter als 12,8 Mrd. Jahre ist bis heute nachgewiesen. Wenn man die Daten der Beobachtungen der am weitesten entfernten Galaxien, die die jüngsten Sterne beherbergen, zu Grunde legt, scheinen die Gamma-Ray Bursts schlichtweg nicht existent zu sein.

Vielleicht ist für dieses Phänomen die Rotverschiebung verantwortlich. Die Expansion des Universums hat das ausgesandte Licht nach der unvorstellbar langen Reise von mehr als 13 Mrd. Jahren so weit in den infraroten Spektralbereich verschoben, dass es einfach nicht mehr von den derzeitigen Instrumenten detektierbar ist. So wird man vermutlich nur durch Einsatz verfeinerter Messmethoden der Beantwortung der Frage nach den fehlenden Gamma-Ray Bursts des jungen Universums in den nächsten Jahren näher kommen können.



**Surftipps**

Gamma Ray Bursts Coordinates Network: [gcn.gsfc.nasa.gov](http://gcn.gsfc.nasa.gov)

GRB-Verzeichnis: [www.mpe.mpg.de/~jcg/grbgen.html](http://www.mpe.mpg.de/~jcg/grbgen.html)

AAVSO Alerts: [www.aavso.org/publications/email/](http://www.aavso.org/publications/email/)

Literatur zu GRB: [www.mpe.mpg.de/~jcg/grblit.html](http://www.mpe.mpg.de/~jcg/grblit.html)

Links zu GRB: [www.mpe.mpg.de/~jcg/grblink.html](http://www.mpe.mpg.de/~jcg/grblink.html)

**Abb. 6: So stellt man sich das Szenario der Entstehung vor:** Zwei Neutronensterne kollidieren und es entsteht ein kurzer Gamma-Ray Burst.

## Wie entsteht eine Supernova?

Sterne, die wie die Sonne auf der Hauptreihe nicht mehr als acht Sonnenmassen besitzen, beenden ihr Sternleben recht unspektakulär. Am Ende der Sternentwicklung als Riesenstern setzt ein sehr starker Sternwind ein, der innerhalb weniger 10000 Jahre die äußeren Hüllen wegstößt und den heißen Sternkern freilegt. Dieser regt für einige weitere 10000 Jahre die abgestoßene Hülle zum Leuchten an: Ein Planetarischer Nebel wird sichtbar [1].

Ganz anders die massereichen Sterne mit einer Anfangsmasse von mehr als etwa acht Sonnenmassen: Sie beenden ihr Leben in einer spektakulären Explosion, einer sog. Supernova. Aufgrund ihrer Masse ist die Energieerzeugung im Kern dieser Sterne nicht nach der Heliumfusion zu Kohlenstoff beendet, wie bei den masseärmeren, sondern geht weiter bis zu den Elementen der Eisengruppe, die durch Fusion aus Silizium entstehen. Die größere Masse des Sternkerns gegenüber dem der masseärmeren Sterne sorgt dafür, dass bei jedem Ende eines Fusionsprozesses der Kern weiter kontrahiert, bis Druck und Temperatur so weit angestiegen sind, dass der nächste Fusionsprozess in Gang kommen kann. Bei den Elementen der Eisengruppe stoppt die Fusionskette jedoch, da die Fusion zu noch schwereren Elementen Energie verbrauchen statt erzeugen würde. Die anschließende Kontraktion des Kerns wird hier nicht mehr durch das Zünden eines neuen Fusionsprozesses beendet, sondern eskaliert zum Kollaps.

Durch diesen Kernkollaps, der mit einem Viertel der Lichtgeschwindigkeit erfolgt, verdichtet sich die Materie und die Temperatur steigt so stark, dass das Eisen in Helium »zerlegt« wird (Photodisintegration) und Elektronen in die Protonen der Atomkerne »gedrückt« werden, so dass Neutronen entstehen. Nach etwa einer Sekunde und einer Dichte von  $4\text{--}5 \cdot 10^{14} \text{g/cm}^3$  stoppen abstoßende Kernkräfte den Kollaps. Die von außen einfallende Sternmaterie stürzt auf den Kern, prallt zurück und erzeugt eine Stoßwelle, die nach außen läuft. Sie gibt jedoch ihre Energie durch Photodisintegration und Neutrinos innerhalb von Millisekunden ab und ist nicht für die Supernovaexplosion verantwortlich, wie man früher glaubte. Als Folge fällt weiter Materie auf

den jetzt etwa 30km großen Kern – etwa einige Zehntel Sonnenmassen pro Sekunde. Würde diese Akkretion auch nur eine Sekunde anhalten, würde der Kern zum Schwarzen Loch kollabieren und sich keine Supernova ereignen. Allerdings emittiert er enorme Mengen an Neutrinos, die eine Energie von  $10^{46} \text{J}$  aufnehmen und damit die Supernovaexplosion auslösen. Der verbleibende Kern überwiegend aus Neutronen hat schließlich einen Durchmesser von etwa 10km – ein Neutronenstern ist entstanden.

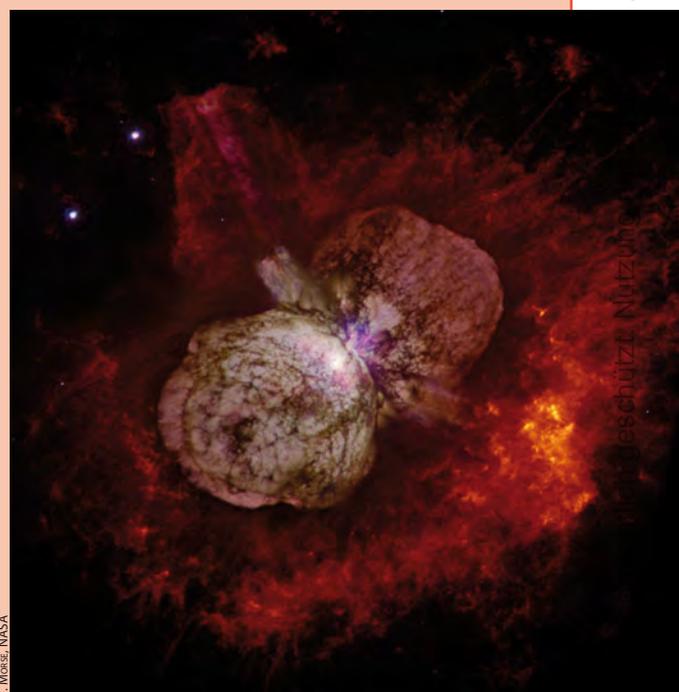
Obiges Szenario, das Astronomen als »core-collapse supernova« bezeichnen, beschreibt das Ende eines Sterns mit ursprünglich etwa 15 Sonnenmassen. Massereichere Sterne entwickeln massereichere Eisenkerne und dürften sich ohne Supernova direkt zum Schwarzen Loch entwickeln. Schwarze Löcher, die man in vielen Doppelsternsystemen vermutet, scheinen dafür zu sprechen.

Supernovae werden auch mit den sog. langen Gamma-Ray-Bursts in Verbindung gebracht. Diese zeigen stark gebündelte Materiestrahlen, sog. Jets, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Um dieses Phänomen zu erklären, muss man annehmen, dass der Kern des kollabierenden, massereichen (20 bis ca. 50 Sonnenmassen) Sterns schnell rotiert, so dass die von außen in Richtung Kern einfallende Materie im Inneren des Sterns eine Akkretionsscheibe um das im Zentrum entstehende Schwarze Loch bildet. Dabei wird Materie entlang der Rotationsachse der Scheibe, wo die Dichte wesentlich geringer als in der Scheibenebene ist, zur Oberfläche an den Polen des Sterns auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt, wodurch eine Stoßwelle erzeugt wird. Allerdings kann das Material in den Jets die Sternoberfläche an den Polen nur erreichen, wenn der Stern über keine dicke Wasserstoffatmosphäre mehr verfügt, die die Energie des Jets absorbiere würde. Mit nach außen abnehmender Dichte der Sternmaterie beschleunigt die Stoßwelle und erreicht nahezu Lichtge-

windigkeit, wenn sie die Sternoberfläche durchbricht. Ein Großteil der Energie wird dabei als Gammastrahlung frei. Zeigt der stark gebündelte Jet zufälligerweise auf die Erde, leuchtet ein GRB auf. Da mehrere Bedingungen wie hohe Masse, schnelle Rotation und Verlust der Wasserstoffhülle während der Entwicklung Voraussetzung für diesen Typ von Supernova sind, treten sie seltener auf als »core-collapse supernovae«, deren einzige Voraussetzung zur Entstehung ist, dass die Vorgängersterne massereich genug sind, um einen Eisenkern zu bilden.

Sterne mit Massen weit über 100 Sonnenmassen, die im Wesentlichen aus Wasserstoff und Helium bestehen, explodieren vermutlich in einer Supernova, bei der der Stern völlig zerstört wird.

- [1] Schröder, K.-P.: Vom Roten Riesen zum Weißen Zwerg – Die Entstehungsgeschichte der Planetarischen Nebel, interstellarum Thema 1/2009, 8 (2009)
- [2] Woosley, S., Janka, H.-T.: The Physics of core-collapse supernovae, Nature Physics 1, 147 (2005)



J. Morse, NASA

**Eta Carinae** – der Stern mit 100–150 Sonnenmassen ist ein möglicher Kandidat für eine Hypernova, wie Supernovae extremer massereicher Sterne auch genannt werden.

# Himmelsereignisse im August/September 2009

## Riesenplanet in Aktion

### Jupiter bedeckt 45 Cap am 4. August

In der Nacht vom 3. zum 4. August 2009 wird der Stern 45 Cap (HIP 107302, R. A.: 21<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 00,950<sup>s</sup> Dekl.: -14° 44' 57,64") mit einer visuellen Helligkeit von 5<sup>m</sup>,9 durch Jupiter bedeckt. Dies ist für europäische Beobachter in den nächsten gut einhundert Jahren der hellste Stern, den der Riesenplanet auf seinem Weg über den Sternhimmel »verschwinden« lässt.

Während des Beginns der Bedeckung kulminiert Jupiter, bedingt durch seine geringe Deklination, je nach Beobachtungsort

#### Anblick von Jupiter und seinen Monden

Io und Europa kurz vor dem ersten Kontakt der Bedeckung von 45 Cap.

zwischen 20° (Norddeutschland) und 26° (Österreich/Schweiz) über dem südlichen Horizont. Die Helligkeit von Jupiter beträgt zu diesem Zeitpunkt wenige Tage vor der Opposition -2<sup>m</sup>,8. Der fast volle Mond steht nur 34° westlich.

Die Bedeckung beginnt am südwestlichen Teil des Jupiterscheibchens und endet am südöstlichen Teil. Dabei gelangen die Jupitermonde leider nicht in die Nähe des Sternes 45 Cap, so dass keine Chance besteht, dass ein Mond den Stern bedeckt. Die Monde Io (5<sup>m</sup>,0) und Europa (5<sup>m</sup>,2) stehen beim Eintritt nicht weit entfernt westlich des Jupiter. Sie liegen damit im Helligkeitsbereich des bedeckten Sternes, so dass 45 Cap wie ein zusätzlicher Jupitermond erscheint. Im Gegensatz zu Sternbedeckungen durch den Mond verschwindet der Stern wegen der Jupiteratmosphäre nicht plötzlich, verliert aber auch nicht einfach kontinuierlich an Helligkeit. Vielmehr wird er mehrmals schnell verschwinden und wieder auftauchen, wenn sein Licht durch bestimmte Atmosphärenschichten fällt: Ihre Schichtung lässt sich so auf eine ungewöhnliche Art erforschen, weshalb dem Ereignis auch einiges Interesse in der Wissenschaft gilt.

Die verräterischen Helligkeitsschwankungen sollten sich über mehrere Minuten

Kontaktzeiten der Sternbedeckung		
Ort	Eintritt	Austritt
Bonn	00:58,4 MESZ	02:49,9 MESZ
Hamburg	00:58,0 MESZ	02:49,7 MESZ
Nürnberg	00:58,3 MESZ	02:49,4 MESZ
Potsdam	00:58,0 MESZ	02:49,4 MESZ
Wien	00:58,1 MESZ	02:48,8 MESZ
Zürich	00:58,6 MESZ	02:49,6 MESZ

hinziehen, doch der Stern sitzt dabei direkt auf dem Jupiterrand (zufälligerweise nahe des Großen Roten Flecks). Daher sollte versucht werden, das Licht des Planeten selbst relativ zum Stern zu dämpfen, z.B. durch sehr hohe Vergrößerung oder den Einsatz von Methan-Filtern, was nur mit größeren Teleskopen möglich ist. Nach knapp zwei Stunden ist Jupiter, der an diesem Tag mit einem Winkeldurchmesser von 48,78" erscheint, vor dem Stern weiter nach Westen gewandert.

■ André Knöfel und Daniel Fischer

#### Surftipp

45 Cap-Kampagne der IOTA:  
jupiter2009.iota-es.de

#### Jupiter bedeckt 45 Cap am 4.8.2009

0:58 MESZ



## Doppelte Mondschattenvorübergänge auf Jupiter

Die Beobachtung von Sonnenfinsternissen auf Jupiter, die sich von der Erde aus als Schattendurchgänge der Monde bemerkbar machen, ist wegen der einzigartigen kosmischen Perspektive, der nachvollziehbaren Bewegung und der beeindruckenden Ästhetik eine faszinierende Beschäftigung. Im August kommt es zu drei Gelegenheiten, bei denen sogar zwei Schatten gleichzeitig

vor Jupiter zu sehen sind. Beteiligt sind jeweils die Monde Europa und Ganymed.

Am 12. und 20.8. beginnt jeweils Ganymed mit seinem Durchgang. Dabei scheint es zunächst, als würde der doppelte Mondschattenvorübergang gleich beginnen – diesen Eindruck erzeugt jedoch Ganymed selbst, der vor den hellen Jupiterwolken dunkel erscheint. Europa und ihr Schatten

folgen jedoch erst 2,5 Stunden (12.) bzw. 1,5 Stunden (20.) später. Interessant zu beobachten ist, dass beim ersten Ereignis die Mondschatten den Monden vorausgehen, beim zweiten Ereignis ist es umgekehrt – weil der Oppositionszeitpunkt dazwischen liegt ändern sich die Richtungen der Schattenwürfe. Beim dritten Ereignis am 27.8. kommt es zu einer Überholung:

#### Doppelter Mondschatten 12.8.2009

23:45 MESZ



#### Doppelter Mondschatten 20.8.2009

2:40 MESZ



#### Doppelter Mondschatten 27.8.2009

4:50 MESZ



Europa zieht während des Durchgangs an Ganymed vorbei, ihr Schatten geht dem Ganymeds schon zu Beginn des Ereignisses voran. Man kann gut erkennen, dass Europa und ihr Schatten viel kleiner als Ganymed

und sein Schatten sind. Doppelte Schattenvorübergänge sind relativ selten und stellen ausgezeichnete Motive für Planeten- fotografieren dar!

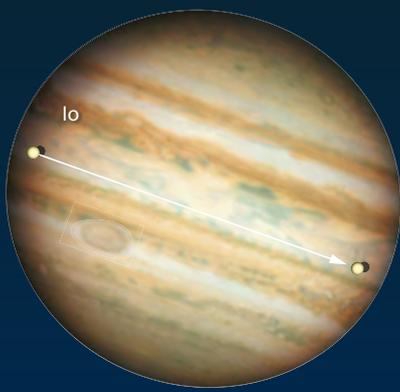
■ Ronald Stoyan

Doppelte Mondschattendurchgänge vor Jupiter				
Datum	Mond	Ereignis	Beginn	Ende
12./13.8.	Ganymed	Schattendurchgang	20:36 MESZ	0:18 MESZ
	Ganymed	Durchgang	20:51 MESZ	0:29 MESZ
	Europa	Schattendurchgang	23:11 MESZ	2:03 MESZ
	Europa	Durchgang	23:16 MESZ	2:08 MESZ
20.8.	Ganymed	Durchgang	0:08 MESZ	3:45 MESZ
	Ganymed	Schattendurchgang	0:41 MESZ	4:20 MESZ
	Europa	Durchgang	1:29 MESZ	4:21 MESZ
	Europa	Schattendurchgang	1:46 MESZ	4:38 MESZ
	Ganymed	Durchgang	3:24 MESZ	nach Untergang
	Europa	Durchgang	3:43 MESZ	nach Untergang
27.8.	Europa	Schattendurchgang	4:21 MESZ	nach Untergang
	Ganymed	Schattendurchgang	4:37 MESZ	nach Untergang

## Jupitermond Io bedeckt seinen eigenen Schatten

### Jupitermond Io am 13.8.2009

21:50 MESZ – 23:50 MESZ



Am 14.8. erreicht der Riesenplanet seine Opposition – er steht der Sonne genau gegenüber am Himmel und kulminiert zu Mitternacht. Einen Tag zuvor lässt sich wieder ein interessanter Effekt beobachten, der nur

wenige Stunden um den exakten Oppositionszeitpunkt zu sehen ist: Aufgrund der Geometrie von Sonne, Erde und Jupiter liegen die Jupitermondscheibchen bei ihrem Vorübergang vor dem Planeten »auf« ihren Schatten, so dass diese nicht wie üblich als runde schwarze Flecken auf den Jupiterwolken erscheinen, sondern eine Sichelform besitzen. In den vergangenen Jahren sind solche Erscheinungen erfolgreich beobachtet und fotografiert worden.

Am 13.8. tritt Jupitermond Io um 21:43 MESZ vor die Jupiterscheibe. Sein Schatten ist als schmale Sichel vor der vorangehenden Seite des Mondscheibchens zu sehen. Das Schauspiel endet um 0:01 MESZ am 14.8. Zur Beobachtung ist gutes Seeing und ein Gerät erforderlich, das in der Lage ist, die Jupitermonde als Scheibchen zu zeigen.

■ Ronald Stoyan

## Saturns Ringe werden unsichtbar

Am 10.8. kommt es zum eigentlichen Höhepunkt der Ringkantenstellung Saturns 2009: Die Sonne kreuzt die Ringebene Saturns, während die Erde noch darüber steht. Das bedeutet: Während wir noch auf die Südseite der Saturnringe blicken, beleuchtet die Sonne schon deren Nordseite. Die Ringe »verschwinden« damit für irdische Beobachter – jedoch nicht ganz:

Durch Streuungseffekte an den Ringpartikeln kommt es zu dem Effekt, dass ein sehr schwaches Leuchten dennoch wahrgenommen werden kann. Dieses Leuchten ist in sonst dunklen Ringteilen am ehesten zu sehen, also z.B. in der Cassinischen Teilung.

Leider sind diese interessanten Vorgänge nur sehr schlecht zu beobachten, da Saturn bereits tief am Abendhimmel steht

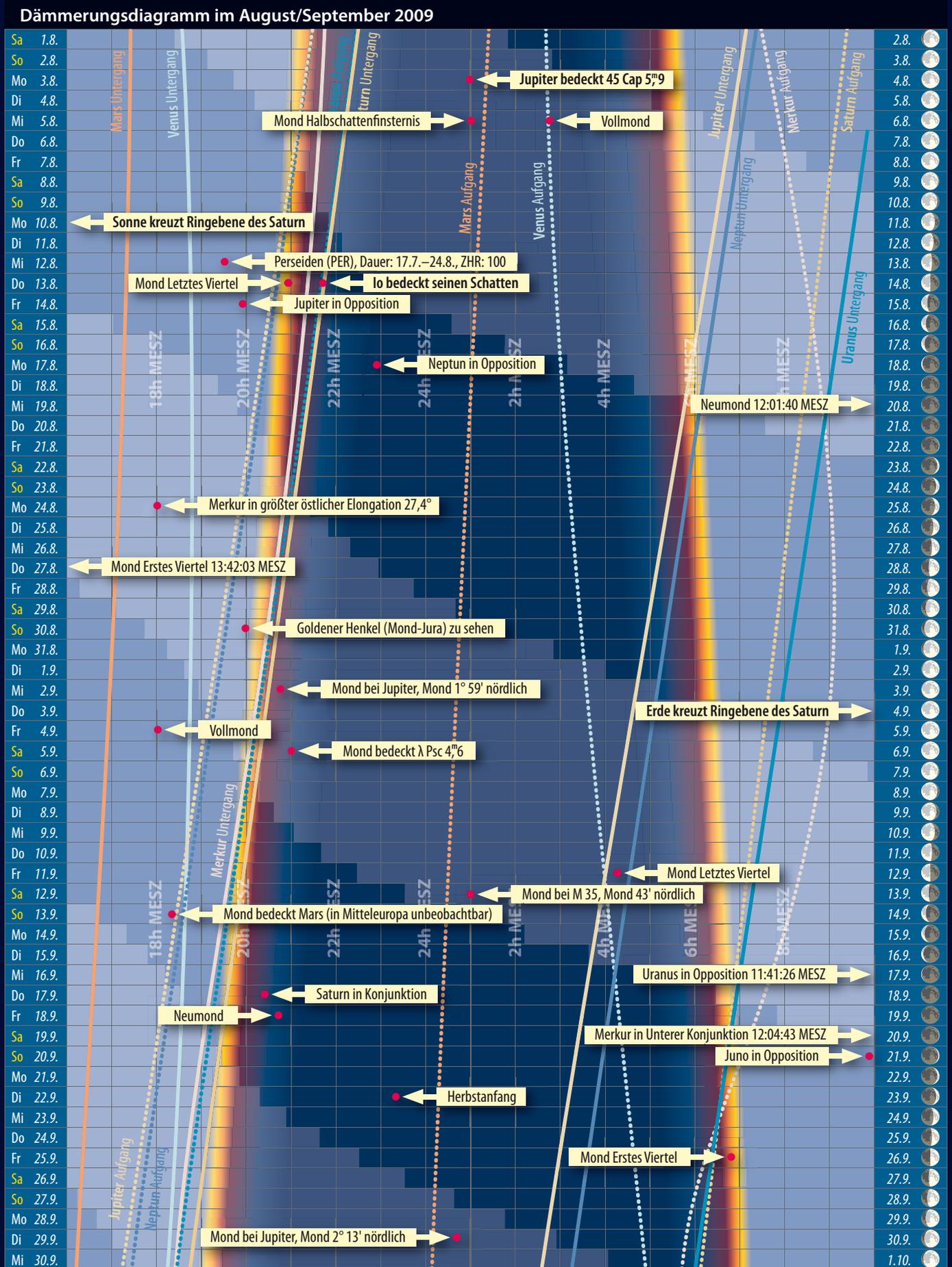
Astronomische Ereignisse im August/September 2009		
4.8.	00:58,3 MESZ	Jupiter bedeckt 45 Cap 5 <sup>m</sup> 9
6.8.	01:02:23 MESZ	Mond Halbschattenfinsternis
6.8.	02:54:57 MESZ	Vollmond
10.8.	–	Sonne kreuzt Ringebene des Saturn
12.8.	19:30:00 MESZ	Perseiden (PER), Dauer: 17.7–24.8., ZHR: 100
13.8.	20:55:16 MESZ	Mond Letztes Viertel
13.8.	21:43:00 MESZ	Io bedeckt seinen Schatten
14.8.	19:53:02 MESZ	Jupiter in Opposition
17.8.	22:54:49 MESZ	Neptun in Opposition
20.8.	12:01:40 MESZ	Neumond
24.8.	18:02:22 MESZ	Merkur in größter östlicher Elongation 27,4°
27.8.	13:42:03 MESZ	Mond Erstes Viertel
30.8.	20:00:00 MESZ	Goldener Henkel (Mond-Jura) zu sehen
2.9.	20:42:00 MESZ	Mond bei Jupiter, Mond 1° 59' nördlich
4.9.	18:02:41 MESZ	Vollmond
4.9.	–	Erde kreuzt Ringebene des Saturn
5.9.	21:01:47 MESZ	Mond bedeckt λ Psc 4 <sup>m</sup> 6
12.9.	04:15:48 MESZ	Mond Letztes Viertel
13.9.	01:00:00 MESZ	Mond bei M 35, Mond 43' nördlich
13.9.	18:18:05 MESZ	Mond bedeckt Mars (in Mitteleuropa unbeobachtbar)
17.9.	11:41:26 MESZ	Uranus in Opposition
17.9.	20:22:13 MESZ	Saturn in Konjunktion
18.9.	20:44:23 MESZ	Neumond
20.9.	12:04:43 MESZ	Merkur in Unterer Konjunktion
21.9.	09:53:38 MESZ	Juno in Opposition
22.9.	23:18:39 MESZ	Herbstanfang
26.9.	06:49:46 MESZ	Mond Erstes Viertel
30.9.	00:42:00 MESZ	Mond bei Jupiter, Mond 2° 13' nördlich

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

und bereits gegen 21:45 MESZ (am 10.8.), also noch während der Dämmerung, untergeht. Am 4.9. wechselt auch die Erde auf die Nordseite der Ringebene. Diese »Rückkehr« der Saturnringe wird wegen der dann schon erheblichen Nähe zur Sonne jedoch ganz unbeobachtbar bleiben.

■ Ronald Stoyan

# Das Sonnensystem im August/September 2009



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

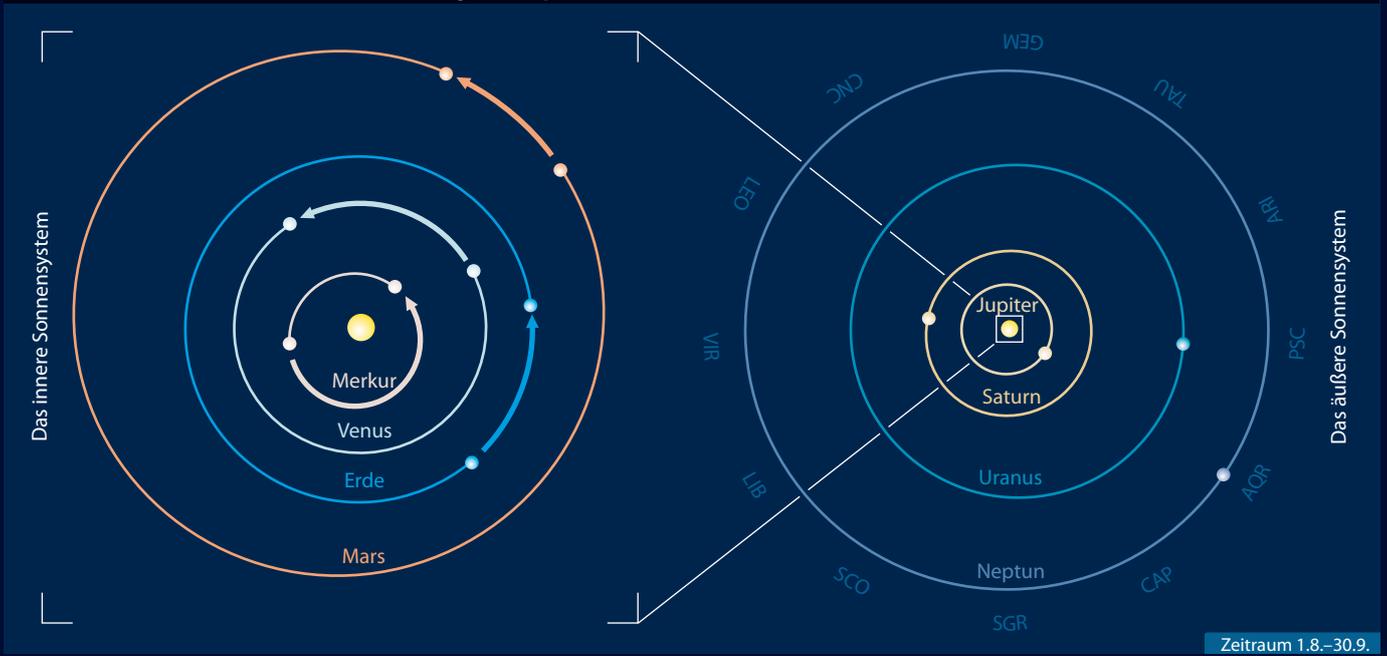
### Der Lauf der Planeten im August 2009



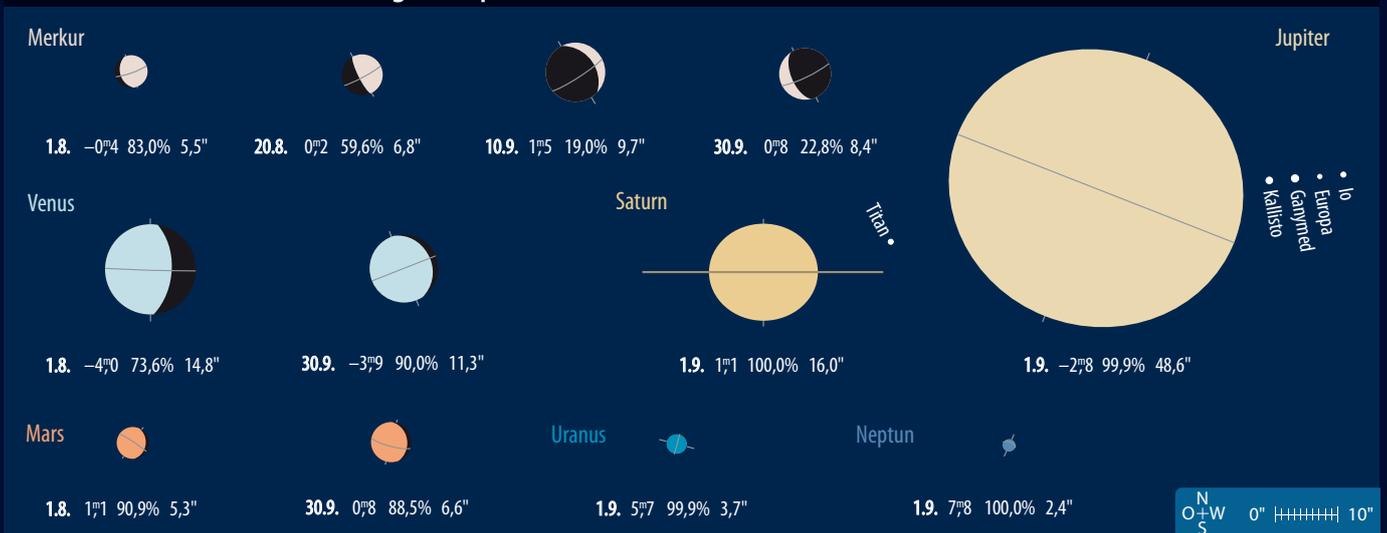
### Der Lauf der Planeten im September 2009



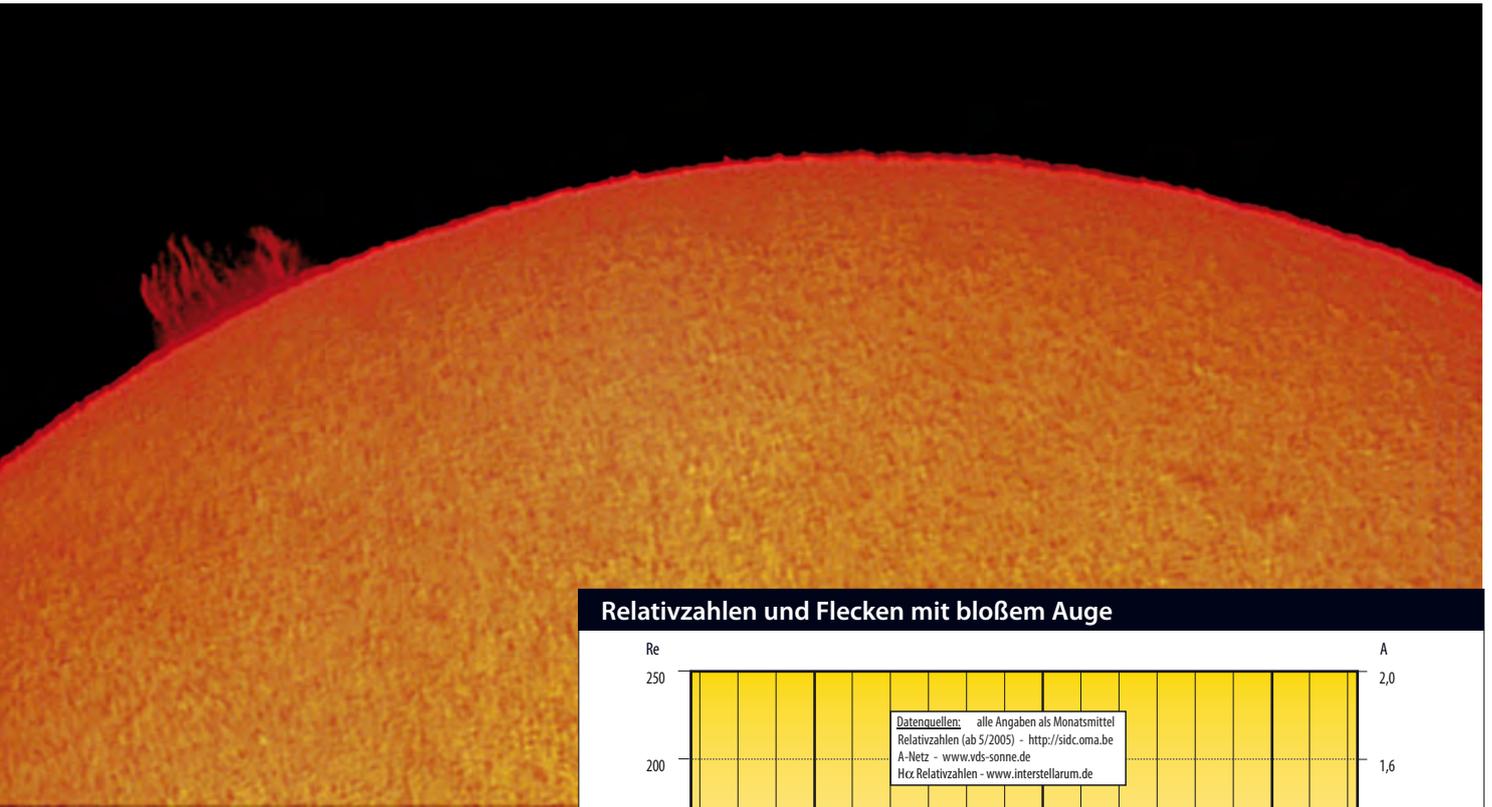
### Die Planeten auf ihren Bahnen im August/September 2009



### Die Planeten im Fernrohr im August/September 2009



# Sonne aktuell Langes Minimum und flaches Maximum



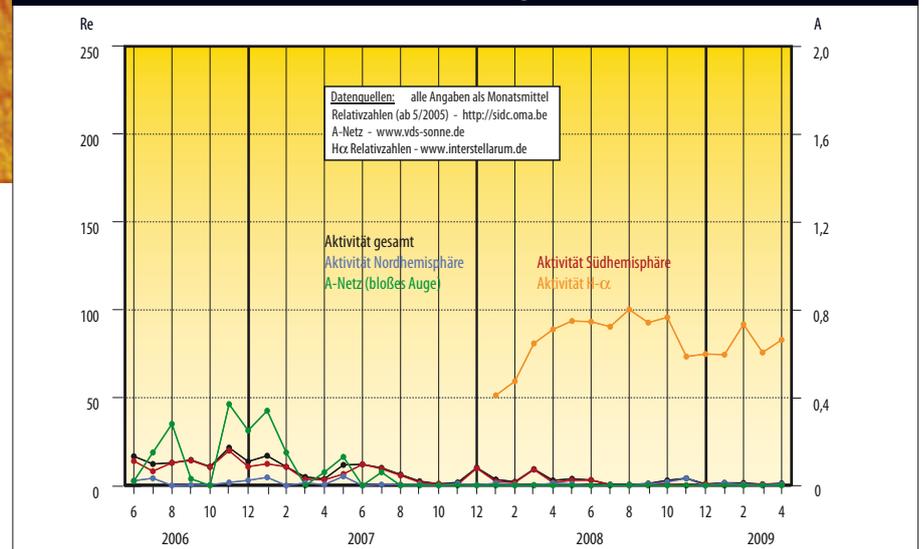
**Eine Protuberanz am 10.4.2009, 10:40 MESZ, 3"-Refraktor bei 5800mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik, 1/10s belichtet. Erich Kopowski**

In den vergangenen Monaten hat sich die Sonnenaktivität immer noch nicht spürbar erhöht. Lediglich ein paar kleinere Aktivitätsgebiete konnten ausgemacht werden. Demgegenüber hat aber die Aktivität der Sonne im Bereich der Wasserstofflinie H $\alpha$  leicht zugenommen. Außerdem gab es eine ganze Reihe auffälliger Fackelgebiete am Sonnenrand: Es deutet also vieles auf ein baldiges Ansteigen der Sonnenaktivität hin.

Doch wann genau ist damit zu rechnen? Je nachdem, welche Grundlage gewählt wird, fällt auch die Vorhersage höchst unterschiedlich aus. Schon vor zwei Jahren waren sich praktisch alle Sonnenphysiker einig, dass das Maximum des 24. Zyklus allenfalls so hoch ausfallen sollte wie das des 23., nun ist praktisch sicher, dass es deutlich niedriger ausfallen wird.

Das besagt auch der am 8. Mai präsentierte und lang erwartete Bericht einer Arbeitsgruppe am Space Weather Prediction Center der NOAA, der die Prognosen zahlreicher unabhängiger Modelle bündelt und gewichtet. Danach fand das Minimum Ende 2008 statt, das nächste Maximum wird es somit im Mai 2013 mit einer ausgeglichenen Mo-

Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



natsrelativzahl von 90 geben – es wäre das niedrigste seit 1928 (ausgeglichenes Mittel 78) und der 23. Zyklus mit einer Dauer von 12 Jahren und 7 Monaten der längste seit 1823. Die Prognose sagt weiterhin voraus, dass wohl noch in diesem Sommer mit einem Anstieg der Sonnenaktivität zu rechnen ist.

Wie kräftig dieser Anstieg ausfallen wird, bleibt vorerst abzuwarten. Generell ist zunächst von einer Erhöhung der Anzahl der gleichzeitig beobachtbaren Fleckengruppen auszugehen. Diese werden vorwiegend den unteren Waldmeierklassen A bis C angehören. Das sind einpolige und bipolare Fleckengruppen ohne Penumbra bzw. mit einer Penumbra im voranschreitenden oder nachfolgenden Teil einer bipolaren Fleckengruppe. Vereinzelt können auch schon Exemplare der Klasse D (mit zwei penumbralen Zentren) darunter sein. Einpolige Gruppen der Klassen H und J (mit Penumbren) wer-

## Surftipps

**Aktuelle Prognose:** [www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/](http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/)  
**Ergebnis der Arbeitsgruppe am Space Weather Prediction Center:** [www.spaceweather.com/headlines/y2009/08may\\_noaaprediction.htm](http://www.spaceweather.com/headlines/y2009/08may_noaaprediction.htm)

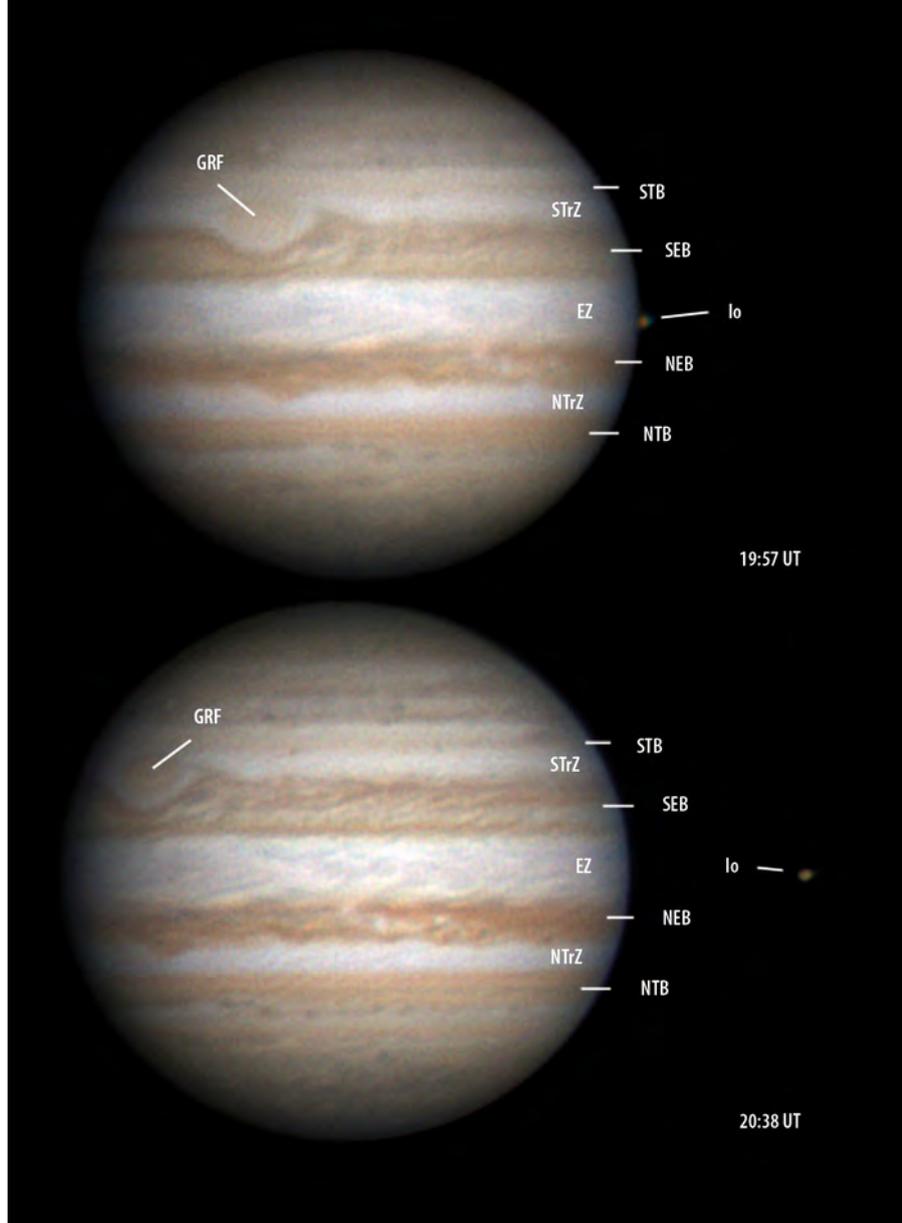
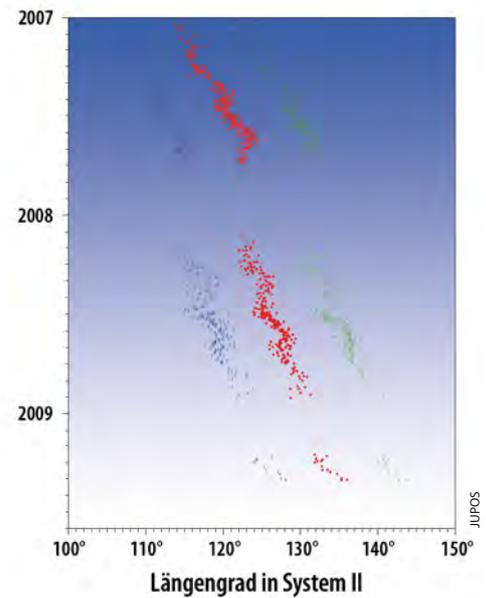
den erst später auftreten, da sie Endstadien der Fleckenentwicklung sind. Mit den größten Gruppen der Klassen E und F ist vorerst überhaupt nicht zu rechnen, da sie erst im späteren Verlauf des Zyklus erscheinen, wenn die lokalen Magnetfelder auf der Sonne stärker werden. Im H $\alpha$ -Licht wird es mehr Protuberanzen, Filamente und Flares geben. Vor allem letztere sind seit gut einem halben Jahr fast völlig ausgeblieben.

■ Manfred Holl

# Planeten aktuell

## Der Große Rote Fleck in Bewegung

**J**upiter steht im August in Opposition zur Sonne. Er erreicht damit seine optimale Beobachtungsposition für dieses Jahr. »Optimal« ist jedoch relativ, denn der Riesenpla-



**Abb. 1: Jupiter am 14.5.2009** mit Mond Io. Gekennzeichnet sind die wichtigsten Merkmale der Jupiteratmosphäre. *Christopher Go*

**Abb. 2: Die Wanderung des Großen Roten Flecks** gegen Rotationssystem II, angegeben für die Mitte und beide Enden des Flecks.



**Abb. 3: Abschied von Saturn** mit zwei sensationellen Digitalfotos

a) 13.4.2009, Mond Rhea und seinen Schatten vor Saturn. 20"-Newton bei 8200mm, DMK 21AF 04.AS, RGB-Filter. *Thomas und Claudia Winterer*

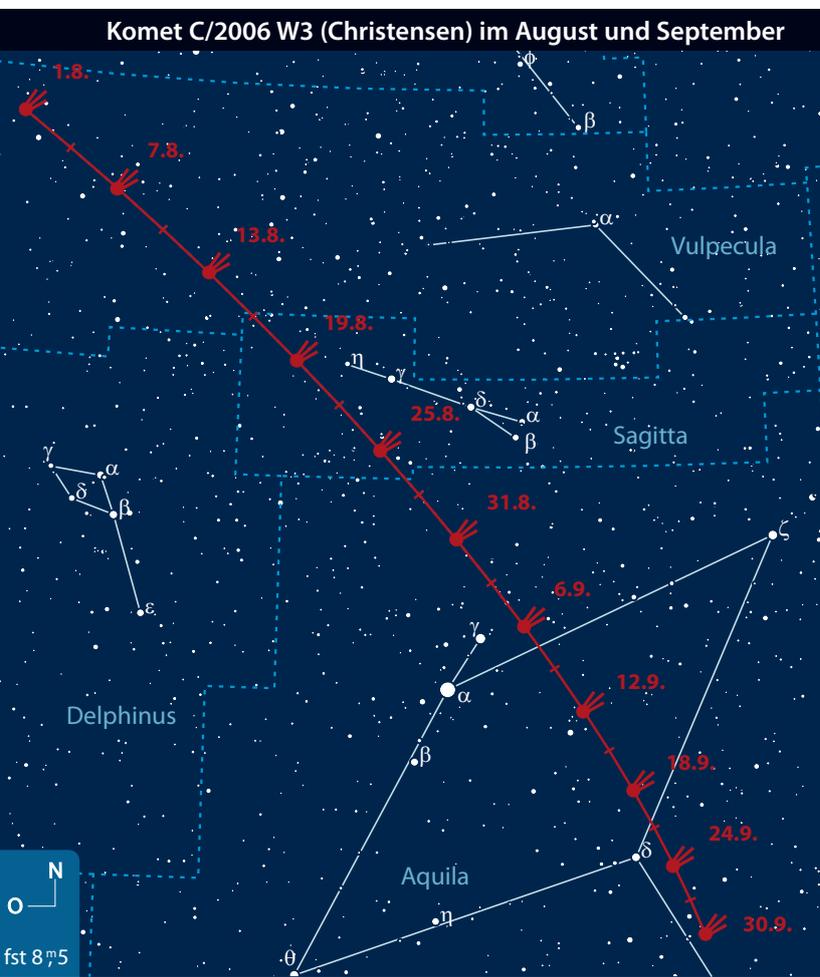
b) 19.5.2009, Rhea am Planetenrand, links ist Dione zu sehen. 10"-Nasmyth-Cassegrain bei 7800mm, Toucam, L-RGB-Filter. *Torsten Edelmann*

net steht im Sternbild Steinbock bei einer Deklination von weniger als  $-15^\circ$  und erreicht damit im deutschsprachigen Raum je nach Beobachtungsort eine maximale Höhe von nur  $20^\circ$ – $27^\circ$  über dem Horizont.

Neben den zahlreich stattfindenden Mondereignissen und der Bedeckung des Sterns 45 Cap am 4. August gilt die Aufmerksamkeit der sich stets verändernden Jupiteratmosphäre. Ende Mai zeigte sich das Planetenantlitz eher ruhig, mit einem deutlich ausgeprägten NEB und einem klar zweigeteilten SEB. Auffällig ist ein besonders breites oranges NTB, während sein südliches Gegenstück kaum zu erfassen ist. Der Große Rote Fleck (GRF) lag bei  $135^\circ$  im System II – und ist damit gegenüber 2007 um mehr als  $15^\circ$  in Richtung größerer Längen gewandert. Es bleibt spannend, diese Wanderung weiter zu verfolgen.

**Saturn** tritt in die spannendste Phase seiner Sichtbarkeit ein (vgl. S. 21 und interstellarium 63), beendet aber gleichzeitig seine Sichtbarkeitsperiode. Mars wird erst im Herbst ein interessantes Beobachtungsobjekt, wenn der Scheibchendurchmesser erste sinnvolle Beobachtungen erlaubt. So bleibt der Sommer ruhig für Planetenbeobachter.

■ Ronald Stoyan



## Kometen aktuell **Komet Christensen** in der Sommermilchstraße

Ende Juli und Anfang August kann noch **C/2008 Q3 (Garradd)** am Abendhimmel beobachtet werden. Dieser Komet wurde überraschend mehrere Größenklassen heller als erwartet. Eigentlich sollte er zum Perihel im Juni nur eine Helligkeit von maximal  $12^m5$  erreichen, doch schon Ende April wurde er von der Südhalbkugel aus etwa  $9^m0$  hell geschätzt. Im Mai stieg die Helligkeit dann schon auf  $7^m5$  und seit Ende Juni ist der Schweifstern auch von Mitteleuropa aus sichtbar. **C/2008 Q3** ist abends tief am südwestlichen Himmel im Sternbild Jungfrau nahe  $\gamma$  Virginis zu finden und sollte jetzt rasch schwächer werden. Auch

der Sonnenabstand sinkt in der ersten Augusthälfte von  $60^\circ$  auf  $45^\circ$  und ab der Monatsmitte wird es immer schwieriger werden, den Kometen aufzufinden.

Mitte August erreicht **C/2006 W3 (Christensen)** mit der Erdnähe im beachtlichen Abstand von  $2,31\text{AE}$  auch seine größte Helligkeit. Nach der Entwicklung im Frühsommer zu schließen, könnte diese zwischen  $7^m5$  und  $8^m0$  betragen. Dabei wird der Komet ideal am Nachthimmel zu finden sein – er durchwandert die Sommermilchstraße vom Sternbild Fuchschin in Richtung Süden. Anfang August befindet sich **C/2006 W3** nur rund  $2^\circ$  südlich



**Abb. 1: C/2006 W3 (Christensen) am 17. Mai**, CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 560mm, SXV-H9, 20min (L), 2min (je RGB). *Michael Jäger*



**Abb. 2: C/2008 Q3 (Garradd) am 3. Mai**, CCD-Aufnahme, 4"-Astrograph bei 400mm, SXV-H9, 90s (je RGB). *Michael Jäger*

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

des Cirrus-Nebels. Von hier zieht er mitten durch das Band der Milchstraße und erreicht zum Monatsende das Sternbild Adler. Zwischen 5. und 7. September wird Komet Christensen im ansonsten dichten Sternenhintergrund der Milchstraße etwas besser zur Geltung kommen: Er befindet sich jetzt mitten in der »dreiteiligen Dunkelhöhle« (Barnard 142/143) nahe  $\gamma$  Aquilae. Im Laufe des Monats September sollte die Helligkeit bereits leicht zurückgehen, dennoch wird der Komet noch bis Mitte Oktober in den südlichen Bereichen des Sternbildes Adler beobachtbar bleiben. Erst im November – drei Jahre nach seiner Entdeckung – endet dann die Beobachtungsphase für diesen, für

seine große Entfernung ungewöhnlich hell gewordenen Schweifstern.

**22P/Kopff** steht Ende August in Opposition zur Sonne und kann daher ebenfalls die ganze Nacht über beobachtet werden. Er bewegt sich in einer kleinen Schleife rückläufig im Sternbild Wassermann. Zu Monatsbeginn kommt der Komet in Erdnähe und die Helligkeit sollte etwa  $8^m,5$  betragen. Ab nun geht die Helligkeit kontinuierlich zurück und erreicht bis Anfang September rund  $9^m,5$ . Die rückläufige Bewegung verlangsamt sich und Ende September kommt 22P zum Stillstand. Die Helligkeit beträgt jetzt nur noch ca.  $11^m,0$ , und die 15. beobachtete Wiederkehr dieses periodischen Kometen

mit einer Umlaufzeit von 6,44 Jahren geht langsam zu Ende.

■ Burkhard Leitner

### Surftipps

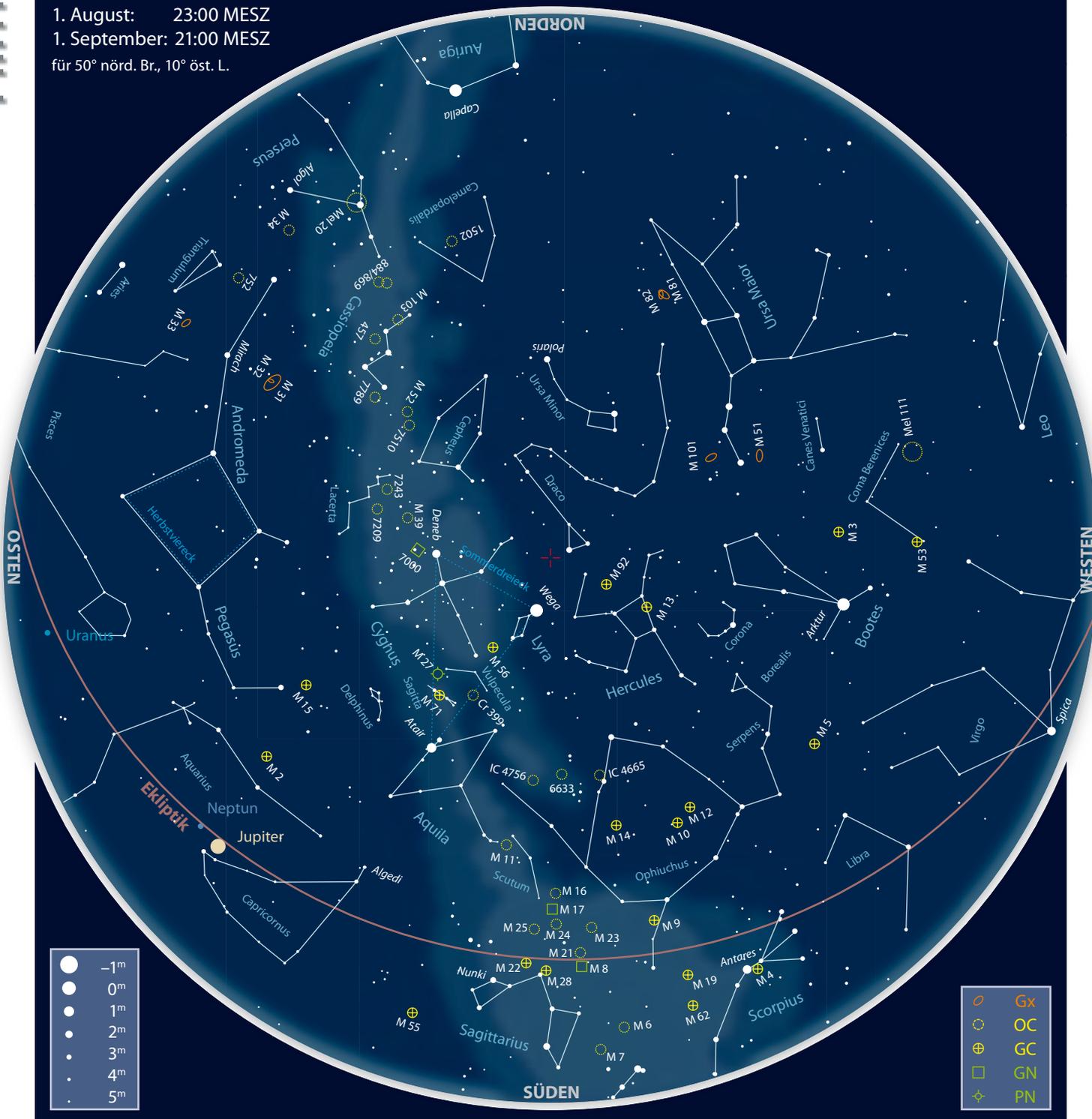
Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder: [www.kometarium.com](http://www.kometarium.com)  
 Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen: [kometen.fg-vds.de](http://kometen.fg-vds.de)  
 Aufsuchkarten, Beobachtungshinweise: [www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html](http://www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html)  
 interstellarum-Newsletter: [www.interstellarum.de/newsletter.asp](http://www.interstellarum.de/newsletter.asp)

### Kometen im August/September

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Helligkeit
C/2008 Q3 (Garradd)	27.8.2008	23.6.2009 (1,80AE)	2.6.2009 (0,93AE)	Juli bis August 2009	$9^m-10^m$
C/2006 W3 (Christensen)	18.11.2006	6.7.2009 (3,12AE)	13.8.2009 (2,31AE)	November 2008 bis Oktober 2009	$8^m-9^m$
22P/Kopff	23.8.1906	25.5.2009 (1,58AE)	4.8.2009 (0,77AE)	April bis September 2009	$8^m-10^m$

# Der Sternhimmel im August/September 2009

1. August: 23:00 MESZ  
 1. September: 21:00 MESZ  
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# Gasriesen im Mittelpunkt

## Astronomie mit bloßem Auge Uranus in Opposition

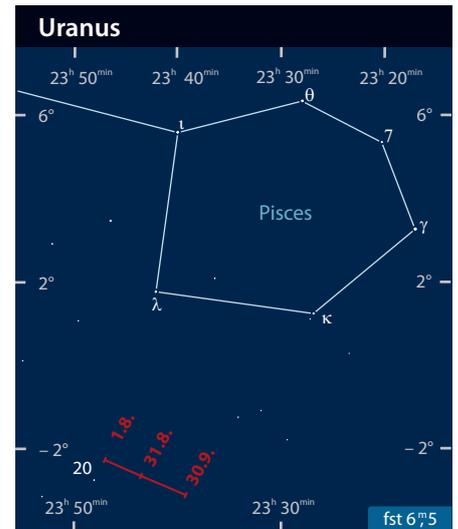
Am 17. September steht der erste nicht mit dem bloßen Auge entdeckte Planet in Opposition. Wilhelm Herschel fand ihn am 13. März 1781 mit Hilfe eines 6"-Teleskops. Innerhalb weniger Monate konnte entgegen Herschels erster Vermutung, dass es sich um einen Kometen handeln könnte, die Planetennatur bewiesen werden.

Doch schon vorher tauchte Uranus »in-kognito« bei einigen Beobachtern auf, so im Jahre 1690 in John Flamsteeds Katalog der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne als »34 Tauri«, und auch 1756 bei Tobias Mayer. James Bradley (1692–1762) hatte Uranus sogar nachweislich 17 Mal beobachtet, ohne jedoch dessen Identität zu erkennen.

Die Bezeichnung »Uranus« geht auf Johann Elert Bode zurück, setzte sich aber erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts durch. Herschel selbst nannte den neu entdeckten

Planeten »Georgium Sidus« nach dem englischen König Georg III., in Frankreich hieß er schlicht »Herschel«.

Trotz des schon von Flamsteed angetretenen Nachweises, dass Uranus prinzipiell mit bloßem Auge sichtbar ist, macht es dessen Oppositionshelligkeit von etwa 5<sup>m</sup>7 Beobachtern nicht gerade leicht, ihn aufzuspüren – auch wenn sich die Sichtbarkeitsbedingungen seit Jahren langsam verbessern. Nachdem sich Uranus in den letzten Jahren sehr weit südlich und in der Nähe der Milchstraße aufgehalten hat, erreicht er nun mit einer Deklination von nicht einmal –3° südlicher Breite fast den Himmelsäquator, der 2011 überschritten wird. Ein weiterer Vorteil für Beobachtungsversuche sind die länger werdenden Nächte im August und September, zum Oppositionszeitpunkt ist die Tag-undnachtgleiche nur drei Tage entfernt.



Uranus befindet sich zum Zeitpunkt der Opposition 4,5° südlich von λ Psc und etwas mehr als 1,5° westlich des mit 5<sup>m</sup>5 nur unwesentlich helleren Sterns 20 Psc.

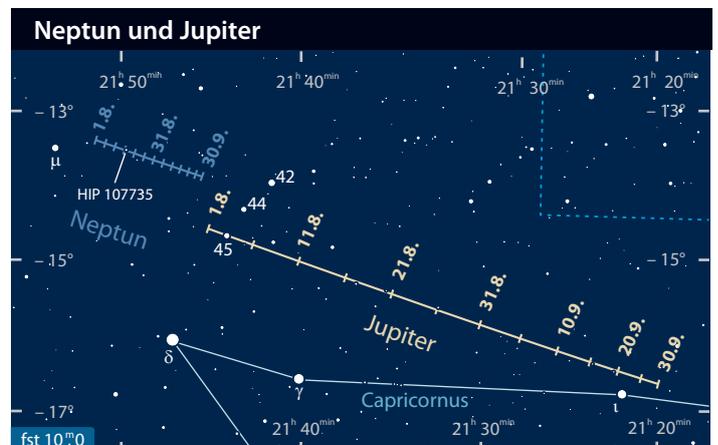
■ Kay Hempel

## Astronomie mit dem Fernglas Neptun und Jupiter

Von den sieben außer der Erde beobachtbaren Planeten des Sonnensystems sind bei optimalen Beobachtungsbedingungen insgesamt sechs mit dem bloßen Auge am Himmel sichtbar. Lediglich das äußerste Mitglied Neptun erfordert ein Fernglas für eine gelungene Sichtung. Aufgrund seiner mittleren Entfernung zur Erde von 4,5 Milliarden Kilometern erscheint der Gasriese mit einem scheinbaren Durchmesser von etwa 2" und einer Helligkeit von 7<sup>m</sup>8 bis 8<sup>m</sup>0 im Fernglas nur als schwacher Lichtpunkt ohne Ausdehnung und Details. Da scheint es genau passend, dass sich in der Oppositionsnacht des 17.8.2009 zwei weitere Himmelskörper hinzugesellen, die den Abend zu einem visuellen Hochgenuss werden lassen: Jupiter und ein unscheinbarer Stern mit der Katalogbezeichnung HIP 107735.

Ein geeigneter Startpunkt für die Beobachtung ist Jupiter selbst, der im Sommer 2009 im Sternbild Steinbock (Capricornus) zu finden ist. Die vier Galileischen Monde Ganymed, Kallisto, Europa und Io präsentieren sich an diesem Abend links und rechts der Planetscheibe aufgereiht. Etwa 3° nordwestlich Jupiters fällt eine Kette aus drei etwa gleich hellen Sternen ins Auge. Ihr Zentrum bildet der Stern 44 Cap, das nördliche Ende markiert 42 Cap und am südlichen Abschluss befindet sich 45 Cap. Werden diese drei Sterne mittig im

**Neptun und Jupiter am 17.8.2009** gegen 23:00 MESZ in einem 10x50-Fernglas, das Gesichtsfeld beträgt ca. 6°. Die Jupitermonde von links nach rechts sind Ganymed, Kallisto, Europa und Io.



Sehfeld positioniert, ist Neptun relativ einfach als 7<sup>m</sup>8 heller Lichtpunkt, etwa an der gleichen Position wie Jupiter – nur gegenüber der Sternkette – zu identifizieren. Gleichzeitig passiert Neptun den fast eine Größenklasse lichtschwächeren 8<sup>m</sup>,6 hellen Stern HIP 107735 in nur etwa 36" Distanz und bildet so vorübergehend einen »Doppelstern« mit diesem. Für die erfolgreiche Beobachtung der Szenerie

werden ein stativgestütztes 10x50-Fernglas und wenigstens ein dunkler Vororthimmel mit guter Horizontsicht erforderlich sein. Besitzer eines Großfernglases ab 80mm Öffnung und einer Vergrößerung von mindestens 20x, können darüber hinaus versuchen, die schwach bläuliche Tönung der Neptunatmosphäre zu erkennen. Dazu ist es hilfreich, das Fernglas leicht unscharf zu stellen, so

dass anstelle eines Lichtpunktes eine kleine Scheibe sichtbar wird. Im Laufe der Monate August und September bewegen sich beide Planeten rückläufig im Sternbild Steinbock, wobei der schnellere Jupiter Neptun bald enteilt und dann nicht mehr gemeinsam mit ihm in einem Gesichtsfeld auffindbar ist.

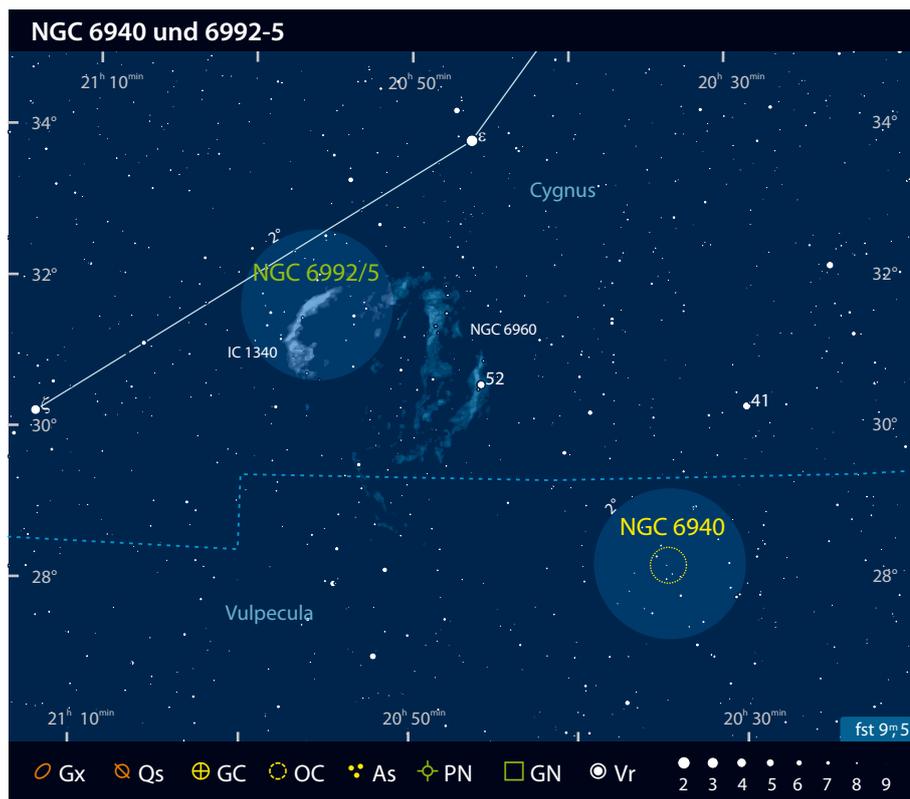
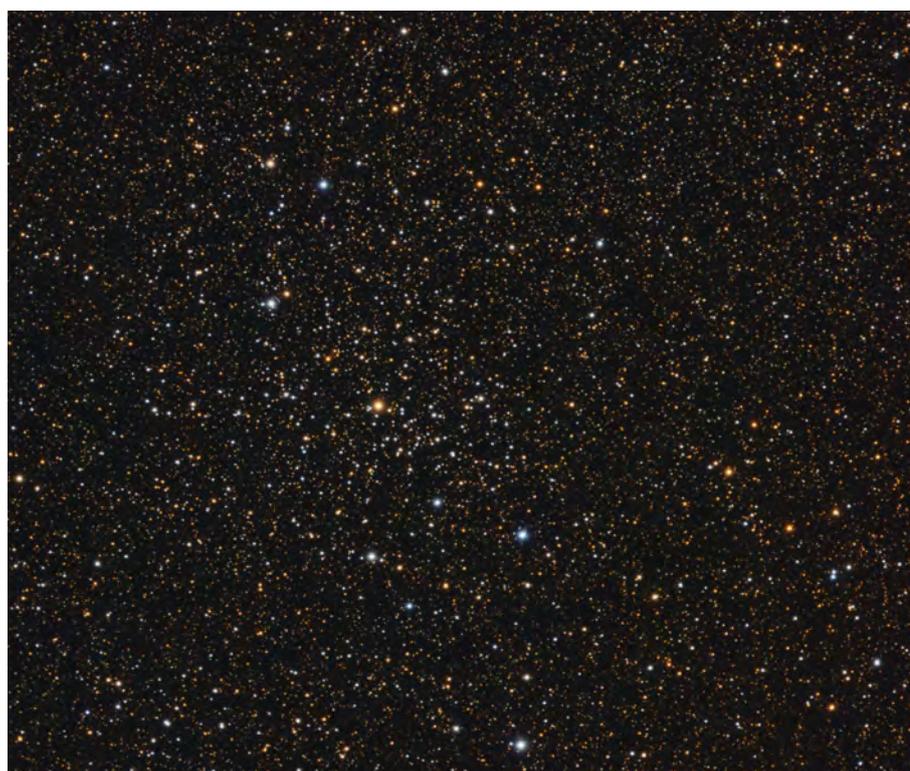
■ Lambert Spix

## Objekt der Saison NGC 6940

NGC 6940 besitzt keine Messier-Nummer, gehört aber bei einer Gesamthelligkeit von 6<sup>m</sup>,3 zu den hellsten Sternhaufen des Sommerhimmels.

Das kleine, unscheinbare Sternbild des Fuchschens (lat.: Vulpecula) ist abseits des Hantelnebels für viele visuelle Beobachter unbekanntes Terrain. Dies allerdings zu Unrecht, kann das Sternbild doch – dank seiner Lage inmitten der Sternfluten der Milchstraße – in Punkto Objektvielfalt und -reichtum problemlos mit weitaus populäreren sommerlichen Himmelsregionen mithalten.

Zu den absoluten Schaustücken des Fuchschens gehört dabei der im Juli 1784 von Wilhelm Herschel entdeckte Offene Sternhaufen NGC 6940. Trotz seines eher geringen Bekanntheitsgrads braucht der Haufen den Vergleich mit vielen Messierhaufen nicht zu scheuen und zählt zu den besten Objekten seiner Art am nördlichen Sommerhimmel für kleine und mittlere Öffnungen. Astrophysikalisch betrachtet gehört der etwa 2500 Lichtjahre entfernte Haufen mit einem Alter von knapp 870 Millionen Jahren [1] zur Gruppe der mittelalten oder intermediären Sternhaufen, zu der auch etwa die Hyaden und M 44 gehören. Entsprechend seines schon etwas fortgeschrittenen Alters weist der Sternhaufen eine Population von Sternen auf, die sich bereits in einem späteren Stadium der Sternentwicklung befinden und im Farben-Helligkeits-Diagramm (FHD) des Sternhaufens einen ausgeprägten Riesenast bilden. Der Haufen selbst ist sehr sternreich und weist mehr als 100 Mitglieder heller als 14<sup>m</sup> auf [2]. Insgesamt dürfte NGC 6940 mehrere hundert bis tausend Mitglieder umfassen und eine Gesamtmasse von knapp 600 Sonnenmassen besitzen [3]. Der Großteil der Sterne konzentriert sich dabei innerhalb eines Kernbereichs von knapp 14Lj Durchmesser, was einer scheinbaren Ausdehnung von 19' am Himmel entspricht; vereinzelt Haufenmit-



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

glieder lassen sich allerdings noch bis zu einer Zentrumsdistanz von 30' nachweisen [1].

Das hellste Mitglied von NGC 6940 (und gleichzeitig das einzige Haufenmitglied heller als 10<sup>m</sup>) ist der weit entwickelte Rote Riese FG Vul (Spektraltyp M5 II), der im unmittelbaren Zentrum des Haufens steht [4]. Wie der Name bereits andeutet, leuchtet dieser Stern dabei nicht mit konstanter Helligkeit, sondern zeigt – wie so viele Sterne seines Spektraltyps – einen halbregelmäßigen Lichtwechsel. Laut den Daten des Automated All Sky Survey [5] bewegt sich die V-Helligkeit des Sterns etwa zwischen 9<sup>m</sup>.2 und 9<sup>m</sup>.7 bei einer mittleren Pulsationsdauer von 80 Tagen, wobei zumindest eine weitere Periode mit einer Dauer von mehreren hundert Tagen angedeutet ist. Fest steht jedenfalls, dass FG Vul nicht ewig in diesem Stadium der Sternentwicklung bleiben wird: Tatsächlich wird der Stern innerhalb der nächsten 1 bis 2 Millionen Jahre den größten Teil seiner ursprünglich 2,4 Sonnenmassen in den Weltraum abgeblasen haben und sein Sternenleben als erdgroßer Weißer Zwerg beschließen.

NGC 6940 ist einer der schönsten Offenen Haufen des Sommerhimmels für kleine und mittlere Öffnungen und sollte bei keiner Beobachtungstour im Bereich des nur wenige Grad entfernt stehenden Cirrusnebels fehlen. Zur Lokalisierung des Haufens im Feld-

stecher und im Teleskop können die beiden Sterne 41 und 52 Cyg herangezogen werden, mit denen NGC 6940 ein gleichschenkeliges Dreieck bildet. Die Gesamthelligkeit des Haufens von 6<sup>m</sup>.3 suggeriert die Möglichkeit einer freizügigen Sichtbarkeit, was angesichts einer Ausdehnung von 30' und der damit verbundenen geringen Flächenhelligkeit allerdings nur unter exzellenten äußeren Bedingungen gelingen dürfte. Selbst unter stadtnahen Bedingungen reicht aber in jedem Fall ein kleines Fernglas aus, um den Haufen als Nebelfleck erkennen zu können. In einem 10×50-Feldstecher erscheint der Haufen unter guten Bedingungen als etwa vollmondgroßer, ovaler Nebelfleck, der von einigen 8<sup>m</sup> bis 9<sup>m</sup> hellen Vordergrundsternen umrandet ist. Im Fernrohr nimmt die Anzahl der erkennbaren Sterne aufgrund der vielen gleichhellen Haufenmitglieder stark mit steigender Öffnung zu. Aufgrund der recht großen Ausdehnung des Haufens und seiner nur geringen Konzentration zur Mitte hin sollten dabei eher niedrige Vergrößerungen gewählt werden, da ansonsten der Haufencharakter etwas verlorengeht. Im vierzölligen Fernrohr bei 30× etwa ist der Haufen bereits vollständig aufgelöst und präsentiert sich als hübscher, unregelmäßiger Sternenschwarm mit einigen markanten Sternketten, darunter einer auffälligen v-förmigen Gruppe unmit-

telbar südwestlich des deutlich orangeroten Hauptsterns FG Vul. 6" bis 8" Öffnung zeigen bei mittleren Vergrößerungen bereits mehr als 100 Sterne im Haufengebiet. Doppeltsternbeobachter mögen zudem am Dreifachsystem Lewis 48 Gefallen finden, das unmittelbar südwestlich der erwähnten v-förmigen Gruppe steht und drei 11<sup>m</sup> helle Sterne im Abstand von 4" bzw. 8,8" umfasst. Ein weiterer, allerdings nicht mehr zu NGC 6940 gehörender Doppelstern ist das System Struve 2698 (8<sup>m</sup>.66/9<sup>m</sup>.09, Abstand 4,3") knapp 14' südwestlich von FG Vul, das bereits im 2,5-Zöller aufgelöst werden kann [6].

■ Matthias Kronberger

- [1] Kharchenko, N. V. et al.: Astrophysical parameters of Galactic open clusters, *Astron. Astrophys.* 438, 1163 (2005)
- [2] WEBDA Datenbank: NGC 6940, [www.univie.ac.at/webda/cgi-bin/ocd\\_page.cgi?cluster=NGC+6940](http://www.univie.ac.at/webda/cgi-bin/ocd_page.cgi?cluster=NGC+6940)
- [3] Piskunov, A. E. et al.: Tidal radii and masses of open clusters, *Astron. Astrophys.* 477, 165 (2008)
- [4] Samus, N. et al.: General Catalogue of Variable Stars (GCVS), [www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs](http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs)
- [5] Pojmanski, G.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. I. 0h – 6h Quarter of the Southern Hemisphere, *Act. Astron.* 52, 397 (2002)
- [6] Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkopf, W. I.: The Washington Double Star Catalog, [ad.usno.navy.mil/wds](http://ad.usno.navy.mil/wds)

## Objekt der Saison NGC 6992-5

Auch wenn seine Bezeichnung eher an eine meteorologische Erscheinung erinnert, so handelt es sich beim »Cirrus-« oder auch »Schleiernebel« doch um einen der bemerkenswertesten Nebel unserer Milchstraße, und zwar einen der wenigen gut beobachtbaren Supernovaüberreste des Himmels. Das gigantische Geflecht aus Nebelfetzen überdeckt am Himmel eine solche Fläche, dass hier nur sein östlicher Bogen betrachtet werden soll, der unter der Bezeichnung NGC 6992-5 bekannt ist. Und schon dieser allein erreicht die doppelte Ausdehnung der Mondsichel.

Wilhelm Herschel entdeckte den östlichen Teil des Cirrusnebels am 5. September 1784 [1] mit seinem 18,7"-Teleskop. Diese Entdeckung ist bemerkenswert, da seinerzeit weder kurzbrennweitige Optiken noch Nebelfilter zu Verfügung standen. Herschels Teleskop besaß ein Öffnungsverhältnis von immerhin f/13, was in Kombination mit den damaligen Okularen zu einem denkbar kleinen Gesichtsfeld führte. In der Nacht des 7. September 1825 beobachtete sein Sohn John Herschel ebenfalls den Be-

**Abb. 1:** NGC 6992-5 ist der östliche Bogen des Cirrusnebels, einer der spektakulärsten Emissionsnebel am Himmel.



BERNHARD HUBB

reich des Nebels. Wie aus seiner Zeichnung hervorgeht, sah er im südlichen Teil der Cirrus-Sichel ein eigenständiges Objekt, woraus sich die zweite Bezeichnung NGC 6995 ableitet. Die letzte Ergänzung des Nebelbogens geht auf Truman Henry Safford zurück, der im September 1866 die westlichen, etwas schwächeren Verzweigungen von NGC 6995 beobachtete. Zwar wurden diese Bereiche unter der Nummer IC 1340 vermerkt, jedoch gilt es als wahrscheinlich, dass John Herschels NGC 6995 diesen Bereich ebenfalls abdeckt.

Aus astrophysikalischer Sicht stellt der Cirrusnebel einen Supernovaüberrest mittleren Alters dar. Die scheinbare Ausdehnung aller Fragmente am Himmel beträgt  $2,8^\circ \times 3,5^\circ$ . Laut Danforth et al. [2] ereignete sich die Supernova vor etwa 5000 Jahren, wobei der Vorgängerstern etwa 15–20 Sonnenmassen hatte. Die Entfernungangaben in der Literatur schwanken zwischen 1434 Lichtjahren [3] und 2510 Lichtjahren [4]. Vor seiner Explosion erzeugte der Strahlungsdruck des Sterns eine gigantische Höhlung innerhalb des interstellaren Mediums, in der sich die Schockwelle nahezu ungehindert ausdehnen konnte. Erst in jüngerer Vergangenheit wird diese Welle zunehmend abgebremst und emittiert durch die Wechselwirkung sowohl im sichtbaren Bereich als auch im UV- und Röntgenbereich.

Im Gegensatz zum weiter nördlich gelegenen Nordamerika-Nebel (NGC 7000) ist NGC 6992-5 aufgrund seiner filigranen



Abb. 2: Detail aus dem Cirrusnebel, aufgenommen vom Hubble Space Telescope.

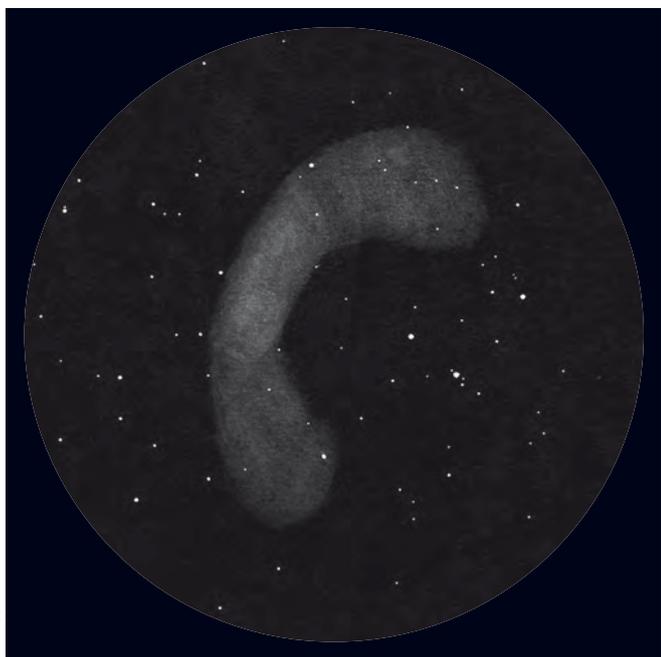
Struktur auch unter exzellenten Bedingungen und Filtereinsatz nicht mehr mit freiem Auge erkennbar. Erst mit einem kleinen Fernglas erschließt sich dem Beobachter ein matter, sichelförmiger Nebelbogen im dichten Sternfeld. In kleineren Teleskopen lässt sich der Nebel unter Verwendung geringer Vergrößerungen noch vollständig überblicken und gewinnt gleichzeitig an Detail. Während der nördliche Bereich eher spitz zuläuft, wird er nach Süden hin breiter und strukturierter. Der Cirrusnebel gilt gemeinhin als Paradeobjekt für den wirkungsvollen Einsatz von Linien- und Schmalbandfiltern. Mit einem [OIII]-Filter steigt der Kontrast zum Umfeld enorm und NGC 6992-5 wird zum dominierenden Objekt innerhalb des Gesichtsfeldes. Mit 8"–10" Öffnung steigert sich der Anblick weiter. Sämtliche Bereiche des Nebelbogens zeigen nun feine Details und Filamente. Auch die Verzweigungen im südlichen Bereich, die als IC 1340 geführt werden, sind nun wahrnehmbar. Durch den Wechsel zwischen

filterloser Beobachtung und Beobachtung mit Schmalband- bzw. Linienfiltern lassen sich die feinen Strukturen eindrucksvoll studieren. Der Cirrusnebel profitiert übrigens trotz seiner Ausdehnung von jeder Steigerung der Fernrohröffnung. Wer einmal die Gelegenheit hat, den Nebel mit den größten Amateurfernrohren zu beobachten, wird sich genussvoll in einem kaum mehr überschaubaren, spinnennetzartigen Gewirr von Nebelfilamenten verlieren.

■ Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Historic NGC, [www.klima-luft.de/steinicke/ngc/Historic\\_NGC.txt](http://www.klima-luft.de/steinicke/ngc/Historic_NGC.txt) (2009)
- [2] Danforth, C. W., Blair, W. P., Raymond, J. C.: A Detailed Analysis of a Cygnus Loop Shock-Cloud Interaction, *Astron. J.* 122, 938 (2001)
- [3] Blair, W. P. et al.: Distance to the Cygnus Loop from Hubble Space Telescope Imaging of the Primary Shock Front, *Astron. J.* 118, 942 (1999)
- [4] Levenson, N. A. et al.: Panoramic Views of the Cygnus Loop, *Astrophys. J. Suppl.* 118, 541 (1998)

## Deep-Sky-Herausforderung Sharpless 129



Für einige Amateure ist der Katalog von HII-Regionen von Stewart Sharpless [1] der Inbegriff für schwache Nebel, die sich den Augen und Kameras von Amateuren entziehen. Dass dies nicht immer stimmt, zeigen helle Objekte wie der Nordamerika-Nebel, der auch als Sharpless 117 katalogisiert ist. Etwas schwieriger dagegen ist das Objekt dieser Ausgabe der Deep-Sky-Herausforderung – Sharpless 129 (andere Schreibweisen sind Sh 2-129 bzw. S 129).

Die HII-Region Sharpless 129 liegt am südwestlichen Rand der Cepheus-Blase [2], einem Gebilde das auf Aufnahmen des Satelliten IRAS im fernen Infrarot bei  $60\mu\text{m}$  und  $100\mu\text{m}$  Wellenlänge gefunden wurde. Auf sehr tiefen Aufnahmen mit H $\alpha$ -Schmalbandfiltern zeichnet sich diese Blase ebenfalls ab, wird sie doch von zahlreichen Sternentstehungsgebieten umrandet. Neben Sharpless 129 befinden sich darunter die Nebel IC 1396, Sharpless 133, 134, 140 und einige kleinere. Die Blase und die darum befindlichen Objekte liegen in etwa 3000 Lichtjahren Entfernung. Mit einem Durchmesser von 400 Lichtjahren dehnt sich die Blase am Himmel über  $7^\circ$  aus. Vor etwa 18 Millionen Jahren entstand die erste Generation von Sternen der Cepheus OB2-Assoziation und auch

Abb. 1: Zeichnung des nordöstlichen Bogens, 10"-Newton, 39x, H $\beta$ -Filter, fst 7<sup>m</sup>/1, Bortle 2 (Alpenhimmel).



**Abb. 2: CCD-Aufnahme,** 106mm-Refraktor, STL-6303XE Kamera, 9h belichtet mit H $\alpha$ - und RGB-Filtern.

der Sternhaufen NGC 7160. Diese bildeten mit ihrem Sternwind die erste Stufe der heutigen Blase. Vor etwa 7 Millionen Jahren begann eine erneute Phase der Sternentstehung. Als Produkt dieser Phase entstanden sehr massereiche Sterne, wovon mindestens einer vor etwa 2,8 Millionen Jahren in einer Supernova explodiert ist. Dabei wurde sein Begleiter  $\lambda$  Cep aus dem System geschleudert – dieser rast nun mit einer Geschwindigkeit von etwa 70km/s als »runaway star« durch die Milchstraße [3, 4].

Die hellsten Teile von Sharpless 129 bilden eine nach Westen geöffnete Sichel von etwa 1° Durchmesser. Für die visuelle Beobachtung kommen vor allem die hellen Bögen im Nordosten und im Süden in Frage. Die Zeichnung in Abb. 1 zeigt nur den Nordost-Bogen. Der das Gas anregende Stern HD 202214 steht etwa in der Mitte dieser Sichel und ist als hellster Stern im Gebiet leicht zu identifizieren. Er ist vom Spektraltyp B0II und seine Strahlung ist gerade energiereich genug, um das ihn umgebende Gas zum Leuchten anzuregen. Der Grad der Anregung ist allerdings sehr gering, der Nebel strahlt nicht im Licht der bei visuellen Beobachtungen beliebten [OIII]-Linie des zweifach ionisierten Sauerstoffs. Stattdessen leuchtet der Nebel im Licht der H $\beta$ -Linie des neutralen Wasserstoffs und ein entsprechender Filter ist für die erfolgreiche Beobachtung praktisch Pflicht. Außerdem wird neben einer großen Austrittspupille und einem großen Gesichtsfeld vor allem einen sehr dunkler Himmel benötigt. Es ist lediglich ein diffuses Glimmen erkennbar. In großen Teleskopen sind möglicherweise einige der Filamente auflösbar.

Auf lang belichteten Aufnahmen erscheint der Nebel deutlich oval und stark nach Westen ausgedehnt, der anregende Stern liegt nun nicht mehr mittig. Hier zeigt sich die Wechselwirkung mit der sich ausdehnenden Blase. An der Westspitze des Nebels zeigt die tiefe CCD-Aufnahme von Dean Salman (Abb. 2) einen blauen runden Nebelschleier. Innerhalb dieses blauen Kreises kann man eine leicht erhöhte Sterndichte erkennen – es handelt sich um einen kleinen Sternhaufen. Er wurde erst kürzlich im Rahmen des Deep Sky Hunters-Projekt [5] durch Matthias Kronberger gefunden und trägt nun den vorläufigen Namen Kronberger 88. Weiter südlich und gerade noch am Rand der Aufnahme sichtbar ist der Reflexionsnebel vdB 140.

■ Martin Schoenball

- [1] Sharpless, S.: A Catalogue of H II Regions. *Astrophys. J. Supp.* 4, 257 (1959)
- [2] Kun, M., Balázs, L. G., Tóth, I.: Giant infrared bubble in Cepheus, *Astrophysics and Space Science*, 134, 211 (1987)
- [3] Ábrahám, P., Balázs, L. G., Kun, M.: Morphology and kinematics of the Cepheus Bubble, *Astron. Astrophys.* 354, 645 (2000)
- [4] Patel, N. A. et al.: Origin and evolution of the Cepheus Bubble, *Astrophys. J.* 507, 241 (1998)
- [5] Kronberger, M., Teutsch, P., Juchert, M.: Sternhaufen und Nebel von Amateuren entdeckt, Teil 1: Suchmethodik und Analyseverfahren, *interstellarum* 48, 48 (2006)

### Surftipps

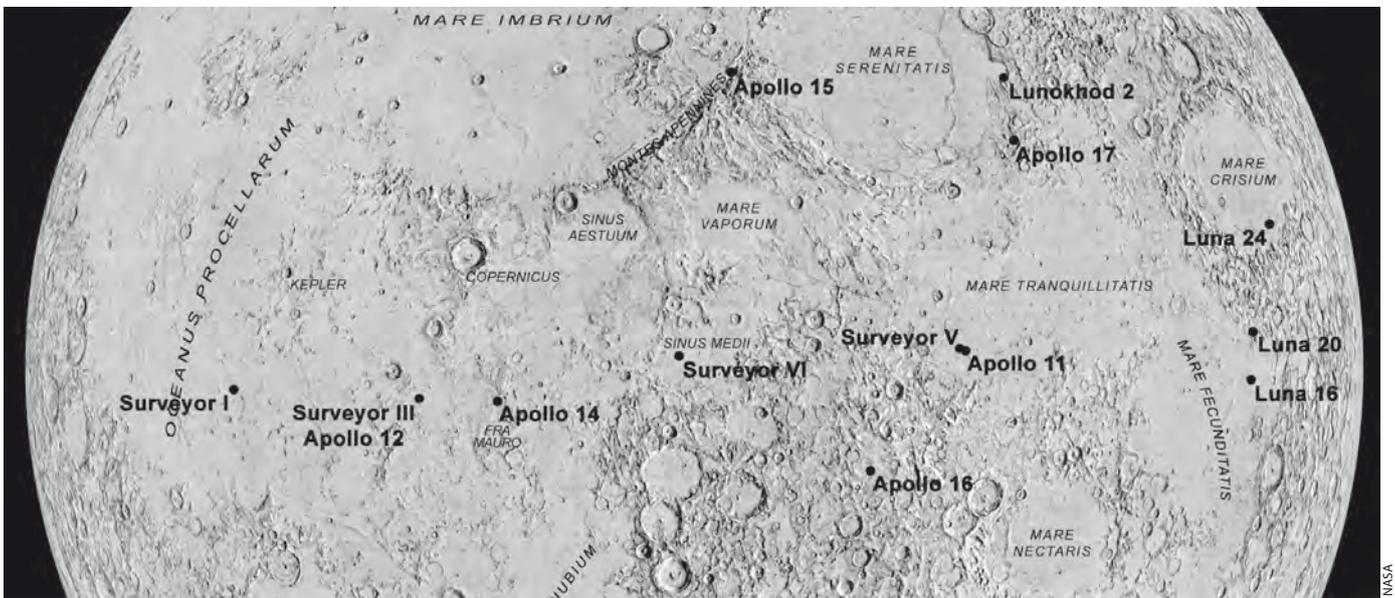
CCD-Bilder der Sharpless-Nebel:  
[www.sharplesscatalog.com](http://www.sharplesscatalog.com)

# Der Mensch auf dem Mond

## Auf den Spuren der Apollo-Missionen

VON WILFRIED TOST

Am 21. Juli 1969 betrat mit Neil Armstrong erstmals ein Mensch einen außerirdischen Himmelskörper – eine technische Meisterleistung (vgl. interstellarum 64). Bis 1972 folgten fünf weitere Landungen auf dem Mond in Gegenden, von denen sich die Wissenschaftler neue Erkenntnisse erhofften. Für Beobachter am Fernrohr auf der Erde bieten diese Mondlandschaften interessante Details – und die Herausforderung, den menschlichen Hinterlassenschaften auf dem Erdbegleiter möglichst nahe zu kommen.



Die sechs Landeplätze der Apollo-Missionen wurden vor 40 Jahren so ausgewählt, dass sie möglichst viele wissenschaftliche Erkenntnisse über den Mond liefern konnten. Dazu wurde mithilfe der besten Teleskopaufnahmen und Raumsondenbilder eine Prioritätenliste erstellt. Einige der größten Wünsche

der Wissenschaftler konnten nicht erfüllt werden, weil für diese Orte eine Landung aus raumfahrttechnischer Sicht zu riskant erschien. Letztendlich fanden sämtliche Landeanflüge mit der Sonne im Rücken in Richtung des Morgenterminators statt. Am weitesten östlich erfolgten die Landungen von Apollo 17 und Apollo 11

**Abb. 1: Übersicht der Landeplätze** von Raumsonden auf dem Mond. Die sechs Apollo-Missionen 11, 12, 14, 15, 16 und 17 landeten zwischen 1969 und 1972 mit Menschen als Passagieren.

(Mare Serenitatis und Mare Tranquillitatis), am weitesten westlich die von Apollo 12 und Apollo 14 (Oceanus Procellarum und Fra Mauro). Apollo 15 landete am weitesten nördlich zwischen den Apenninen und der Hadley-Rille; Apollo 16 am weitesten südlich im Hochland in der Nähe des Kraters Descartes.

### Apollo 11 und Apollo 17

Die Landungen von Apollo 17 und Apollo 11 erfolgten bei einem Mondalter

#### Die Landeplätze der Apollo-Missionen

Mission	Landung	Länge	Breite	Colongitude	Formation	Rükl
Apollo 11	20.07.1969	+23,47297°	+0,67408°	336,53°	Mare Tranquillitatis	35
Apollo 12	19.11.1969	-23,42157°	-3,01239°	23,42°	Oceanus Procellarum	42
Apollo 14	05.02.1971	-17,47136°	-3,64530°	17,47°	Fra Mauro	42
Apollo 15	30.07.1971	+3,63386°	+26,13222°	356,37°	Hadley-Rille	22
Apollo 16	21.04.1972	+15,50019°	-8,97301°	344,5°	Krater Descartes	45
Apollo 17	11.12.1972	+30,77168°	+20,19080°	329,23°	Taurus-Littrow	25

**Abb. 2: Apollo 11 schwebt** über der Landestelle (Kreuz) unterhalb des Kraters Collins im Mare Tranquillitatis.

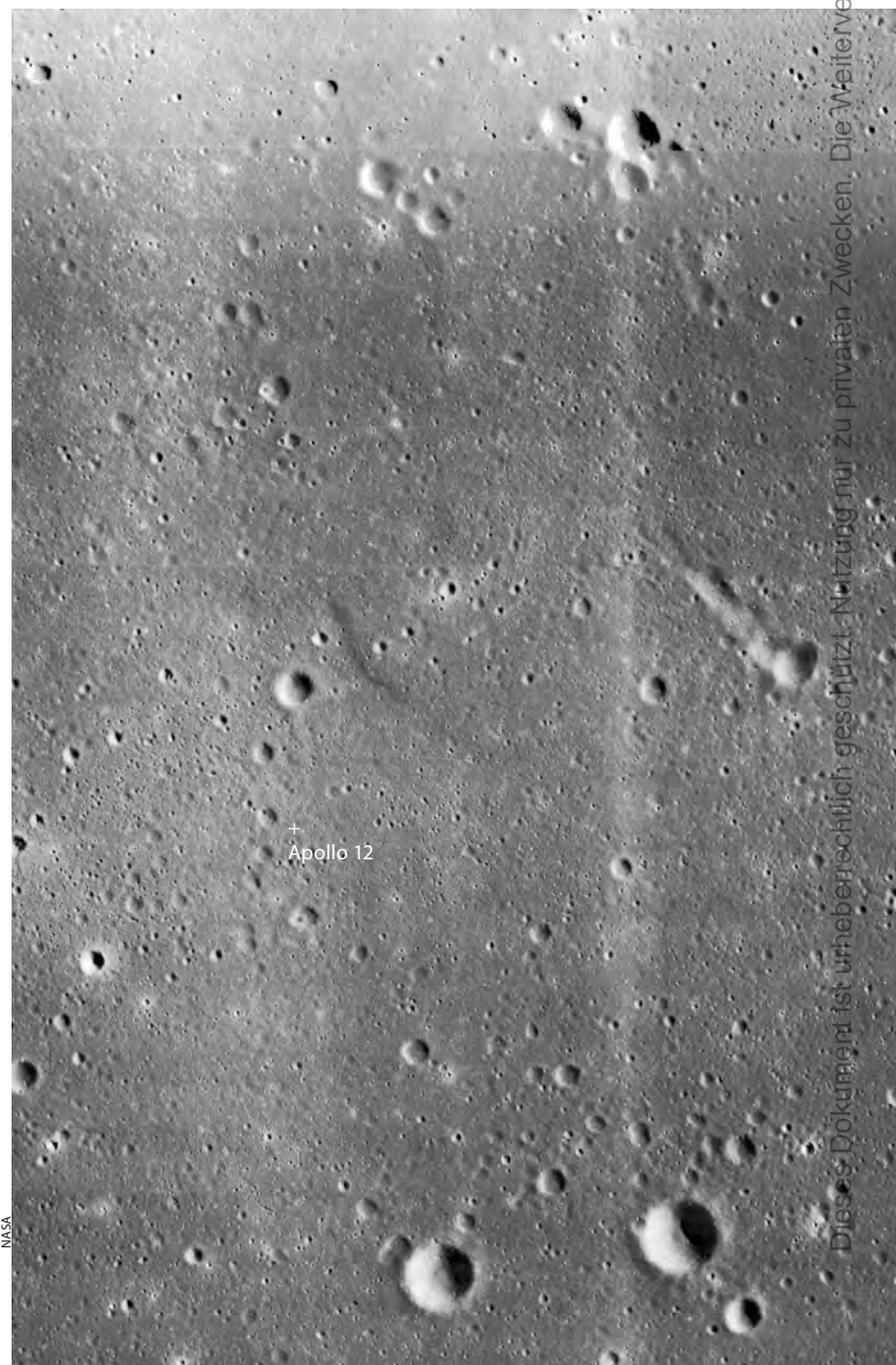
von etwa sechs Tagen; sichtbar sind diese Stellen bereits einige Zeit vorher. Die Landestelle von Apollo 17 liegt am östlichen Südrand des Mare Serenitatis und ist von extrem dunkler Lava umgeben. Diese dunkle vulkanische Lava war einer der Gründe, warum diese Region schon bei den frühesten Planungen der Apollo-Missionen in die Kandidatenliste aufgenommen wurde. Hier bestand zudem die Möglichkeit, anstehendes Urgestein zu finden und einen Meeresrücken zu untersuchen. Als Aufsuchhilfe kann man den Berg Mons Argaeus am Rande des Mare Serenitatis verwenden, der etwa 100km südlich des Halbkraters le Monnier liegt, dem Landeplatz von Lunochod 2. Mons Argaeus ist gute 1600m hoch und wirft bei lokalem Sonnenaufgang einen langen Schatten. Von hier verläuft in westliche Richtung der gemeinsame Beckenrand von Mare Serenitatis im Norden und Mare Tranquillitatis im Süden. Auffällig ist der 18km große Krater Dawes, der im Umkreis von 50km von hellem Boden umgeben ist. Westlich davon befindet sich Plinius, der mehr als den doppelten Durchmesser (43km) aber dennoch nur die gleiche Tiefe von 2320m besitzt (vgl. interstellarum 63).

Von hier wenden wir unseren Blick zum südwestlichen Rand des Mare Tranquillitatis. Etwa einen Kraterdurchmesser östlich des auffälligen Paares Ritter und Sabine (30km) erfolgte die erste bemannte Landung durch Apollo 11. Bei dieser Gelegenheit sollte man etwa drei Durchmesser von Sabine nach Norden in das Mare hinein schauen. Der hier befindliche auffällige Krater Arago hat 26km Durchmesser bei einer Tiefe von 2680m. Ein schneller Blick nach Osten zeigt uns am Nordrand des Terra Mannae den kleinen und sehr hellen Krater Censorinus. Er fällt durch seine Helligkeit in jedem Teleskop und auf jedem Foto auf. Ursprünglich gehörte auch dieser Krater zu den Kandidaten für eine Landung.

### Apollo 15 und Apollo 16

Bei einem Mondalter von acht Tagen kommen die Landeplätze von Apollo 15 und 16 in Sicht. Apollo 15 ist bei weitem die bekanntere Mission, die unmittelbar neben der Hadley-Rille am südlichen Rand des Mare Imbrium landete. Die Rille ist im Teleskop nur schwer zu erkennen, aber der glatte, von Lava überflutete Bereich zwischen den bis zu 5500m hohen Apenninen im Süden und dem 83km großen Archimedes im Norden ist deutlich zu sehen. Dieser überflutete Bereich enthält nur sehr wenige Krater, was auf ein sehr junges Alter hindeutet. Hier wurde auch eine ältere Bruchzone, die Bradley-Rille, überflutet. Zu beiden Seiten lassen sich die Bruchlinien deutlich ausmachen, die entstanden sind, als der Beckenboden des Mare Imbrium zum Zentrum hin absank (vgl. interstellarum 61). Einen besonderen Blick sollte man dem Gebirgszug der Apenninen gönnen, der hier sehr

**Abb. 3: Apollo 12 landete im Mare Insularum** südlich des Kraters Landsberg P, der knapp außerhalb des oberen Bildrands liegt.





**Abb. 4:** Mit Apollo 14 wurde erstmals eine Landung in einem Mond-Hochland versucht.

dominant die Grenze vom Hochland zum Mare bildet.

Jetzt lenken wir unseren Blick um 1000km in Richtung Süden. Mitten im hellen südlichen Hochland in der Nähe des Kraters Descartes wurden die Wissenschaftler erstmals ernsthaft überrascht. Die Mission Apollo 16 fand an dieser raumfahrttechnisch schwierig zu erreichenden Stelle deutlich andere Gesteine als erwartet. Bei den Vorhersagen für die vorangegangenen Apollo-Missionen lag man im Wesentlichen noch richtig. Bei Descartes erwartete man jedoch vulkanische Lava,

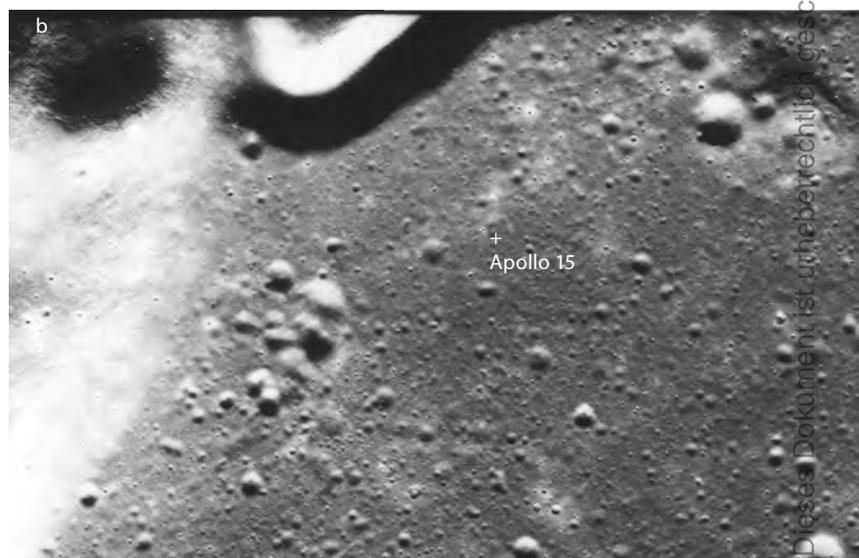
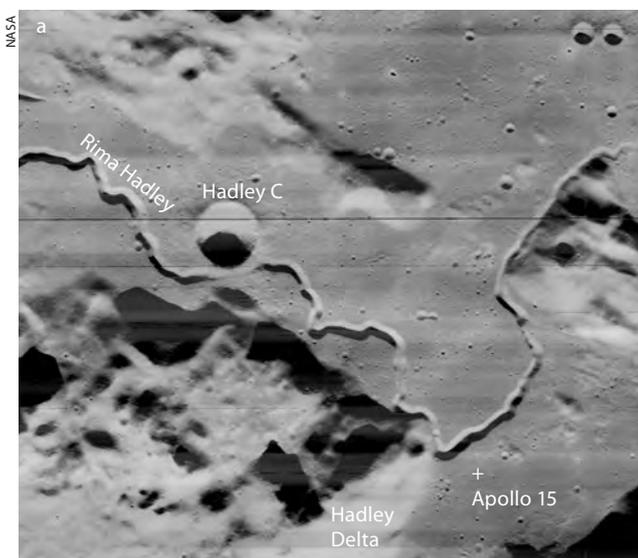
aber gefunden wurde typisches Impaktgestein. Dieses geht möglicherweise auf die Entstehung des Imbrium-Beckens zurück, wo es als heißes geschmolzenes Gestein ausgeworfen wurde und in diese Gegend in vorhandenen Kratern und Senken erstarrte und kleine glatte Gesteinsseen ausbildete.

### Apollo 12 und Apollo 14

Die Ziele von Apollo 12 und Apollo 14 befinden sich auf der westlichen Seite des Mondes. Die Landungen erfolgten bei einem Mondalter von 10 Tagen. Für

Apollo 12 wurde noch eine relativ flache Region im Oceanus Procellarum ausgewählt. Die Schwierigkeit lag jedoch darin, möglichst Nahe an der Raumsonde Surveyor 3 zu landen, die 31 Monate zuvor hier niedergegangen war. Durch die positiven Erfahrungen bei dieser exakten Punktlandung konnten die nachfolgenden Missionen auch für komplizierte Zielgebiete geplant werden. So erfolgte die Landung von Apollo 14 auf einem von Geröll übersäten Gelände unmittelbar nördlich von Fra Mauro. Dieses Geröll war einer der Gründe, warum man dorthin geflogen war: In dieser Hochebene nördlich des Mare Nubium konnte man Auswurfgestein aus dem Mare Imbrium erwarten, welches aus mehreren Kilometern Tiefe stammen sollte. Zusätzlich wurde ein Krater angesteuert, bei dessen Entstehung tiefer liegendes Material an die Oberfläche befördert worden war. Die untersuchten Gesteinsproben stellten sich tatsächlich als Impakt-Brekzien mit einem Alter zwischen 3,81 und 4,09 Milliarden Jahren heraus. Da außerdem das Strahlensystem des Kraters Copernicus bis hierher reicht, konnte man davon ausgehen, an dieser Stelle auch hiervon geeignetes Material zu sammeln. Durch die geschickte Wahl dieser Landestelle war es damit möglich, Gesteinsproben aus mehreren verschiedenen Quellen gleichzeitig zu sammeln. Der Blick sollte daher auf jeden Fall nach Norden zum Krater Copernicus gerichtet werden, der mit einem Durchmesser von 93km selbst ohne sein ausgeprägtes Strahlensystem auffällt, welches zu Vollmond besonders hell erstrahlt. Nicht vergessen sollte man aber Fra Mauro selbst und die im Süden anschließende Wallebene Gue-

**Abb. 5:** Der Landeplatz von Apollo 15 in der Nähe des scharfen Knicks der Hadley-Rille (a), die am Rand des Detailbilds (b) deutlich zu erkennen ist.



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

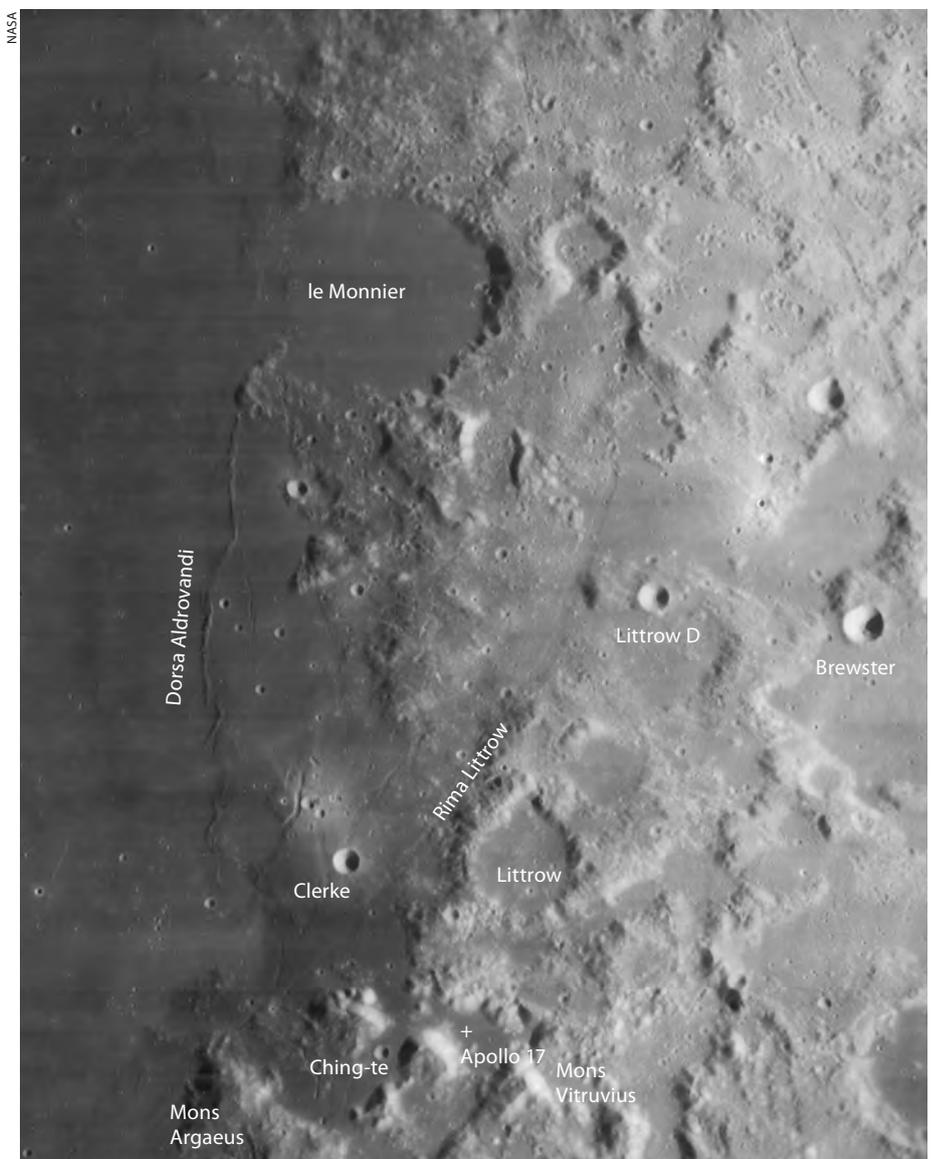
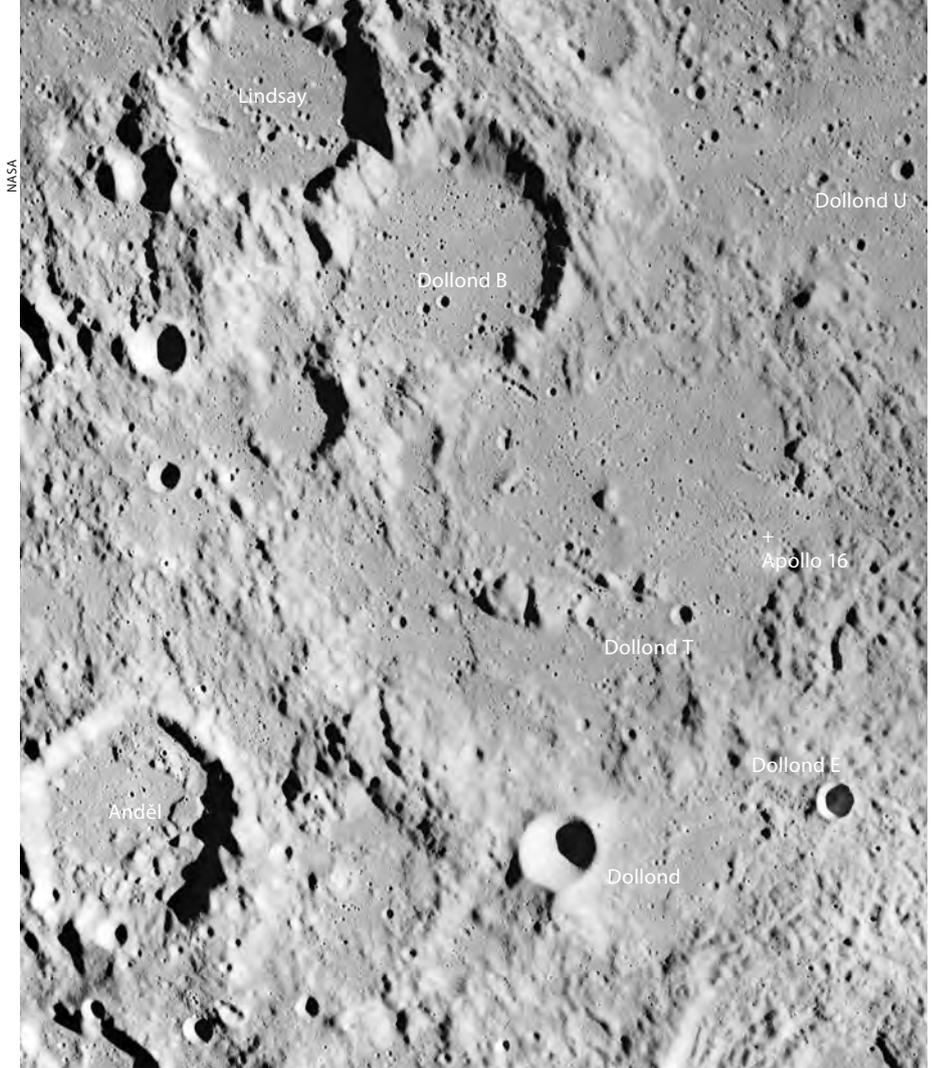
**Abb. 6: Apollo 16 landete im »Festlandsgebiet« mit zahlreichen Kratern.**

ricke (58km). Ihr Wall ist bei niedrigen Sonnenständen am besten zu beobachten, lohnt aber auch zu anderen Zeiten einen Blick. Im Inneren finden sich einige kleinere Krater, welche die volle Aufmerksamkeit des Beobachters erfordern. Knapp 50km östlich von Guericke liegt der Krater Davy (34km) mit seinem 1000m hohen Wall. Der Rand ist nur zu drei Vierteln vorhanden; nach Süden hin befindet sich eine Lücke, in welcher der kleine Krater Davy A eingeschlossen ist. Die Besonderheit von Davy ist eine Kette von vielen kleinen Kratern, die sich von hier aus in gerader Linie nach Osten hin erstreckt. Die Kette ist nicht einfach zu erkennen und erfordert etwas Geduld (vgl. interstellarum 42). Auch dieser Ort stand einst auf der Wunschliste der Mondgeologen.

### Nicht berücksichtigte Landeplätze

Aus geologischer Sicht waren weitere interessante Landeplätze vorgesehen. So gehörten zu den Kandidaten z.B. der Krater von Tycho, das Innere von Copernicus und der Krater Hyginus mit der Hyginus-Rille. Weitere Ziele waren Censorinus, die Kraterkette Abulfeda, sowie die Marius Hügel und das Schröter-Tal auf dem Aristarchus-Plateau. Ein weiterer Vorschlag war eine Landung auf der Mondrückseite im Krater Tsiolkovsky, dessen Boden von dunkler und glatter Lava bedeckt ist. Dieses Ziel konnte nicht gewählt werden, weil die Gelder für einen notwendigen Relaisatelliten nicht bewilligt wurden. Einige Zielorte konnten aus technischen Gründen nicht angefliegen werden und Apollo 18, 19 und 20 wurden leider gestrichen. Ihre Ziele wären das Schrötertal, Hyginus und Copernicus gewesen.

**Abb. 7: Der Landeplatz von Apollo 17** südlich des Kraters Littrow in einem Tal nahe des Mons Vitruvius.



### Surftipps

LPL-Seite zum Mond: [nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/moonpage.html](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/moonpage.html)

Geologische Voruntersuchungen: [www.lpi.usra.edu/lunar/site\\_studies](http://www.lpi.usra.edu/lunar/site_studies)

Auswahlstrategie: [www.lpi.usra.edu/lunar/site\\_studies](http://www.lpi.usra.edu/lunar/site_studies)

# Spektroskopie für Einsteiger

## Teil 2: (Spalt-)Spektrographen zur Fotografie von Sternspektren

VON ULLRICH DITTLER

Die Spektroskopie und Spektrographie eröffnet neben der visuellen Astronomie und der Astrofotografie ein weiteres spannendes Feld für den Amateurastronom. Einfache Okular-Gitter-Spektroskope wie das im ersten Teil (vgl. interstellarum 64) beschriebene Rainbow Optics Star Spectroscope ermöglichen einen unkomplizierten Einstieg in die Spektroskopie von Sternen. Für die Spektroskopie größerer, flächiger Objekte, wie beispielsweise Nebelgebiete, aber auch für die Spektroskopie weniger heller Sterne sowie die gezielte Dispersion von Sternen in sternreichen Gebieten, ist ein Spaltspektrograph unerlässlich.

Dafür stehen speziell für amateurastronomische Anwendungen, insbesondere die Fotografie, entwickelte Geräte zur Verfügung. Einem Praxistest unterzogen wurden der »DeepSkySpectrograph-7« von SBIG sowie LHIRES III des französischen Anbieters Shelyak.

### Der DeepSkySpectrograph DSS-7

Der Einsatz von CCD-Kameras als Detektor für das aufgespaltete Sternlicht hat im Vergleich zum menschlichen Auge den Vorteil, dass die in Astrokameras verwendeten CCD-Chips für rotes und blaues Licht deutlich empfindlicher sind als das menschliche Auge. Darüber hinaus können CCD-Chips, im Gegensatz zum Auge, die eintreffenden Photonen über mehrere Minuten sammeln.

Der DeepSkySpectrograph DSS-7 von SBIG, ein rund 11cm × 11cm × 5,5cm



**Abb. 1: Amateurastronomen können heute auf ein reichhaltiges Sortiment** von Spektrographen zurückgreifen. Während das Rainbow Star Spectroscope zum Einschrauben in Okulare (Mitte vorne) nur der visuellen Beobachtung dient, sind Shelyaks LHIRES III (links) und SBIGs DSS-7 (rechts) vor allem für die Fotografie konzipiert.

großes Instrument, wird zusammen mit einem kurzen Kabel zur Verbindung des DSS mit SBIG-Kameras (empfohlen wird vom Hersteller der Einsatz an der ST-7 oder ST-402, die Verbindung mit Kameras anderer Hersteller ist nicht möglich), einer 9V-Batterie, einem zusätzlichen Kameraadapter zur Verwendung an der SBIG ST-402-Kamera sowie einer Anleitung und einer Software-CD geliefert.

Der DSS-7 ist für die Spektroskopie von hellen Sternen und flächigen Objekten wie Nebeln und Galaxien konzipiert und geeignet; für die hochauflösende Spektroskopie von leuchtschwachen punktförmigen Objekten, d.h. schwachen Sternen, hat SBIG mit dem SelfGuidingSpectrograph (SGS) noch einen weiteren (und teureren) Spektrographen im Programm.

Der DeepSkySpectrograph DSS-7 ist dafür ausgelegt in Zusammenarbeit mit einer SBIG-CCD-Kamera das Spektrum im Bereich von 400nm bis 800nm aufzuzeichnen

(im Vergleich dazu: Das menschliche Auge ist im Bereich 450nm bis 700nm empfindlich); er kann an den ST-7/8/9/19/2000 oder ST-402/1603/3200 Kameras betrieben werden. Bei den Kameras der STL-Serie jedoch kann der Fokuspunkt bauartbedingt nicht erreicht werden, Aussagen zur Verwendbarkeit mit den Kameras der neuen STX-Serie liegen noch nicht vor. Da das erzeugte Spektrum nur knapp 6,88mm lang ist, bringt die Verwendung einer Kamera mit einem Chip größer als dem der ST-7/ST-402 jedoch keinen Vorteil. Aus der Abbildungsgröße des erzeugten Spektrums ergeben sich auch die weiteren technischen Daten des Spektrographen: Die Dispersion des DSS-7 umfasst 600nm pro mm (dies entspricht 54nm pro Pixel einer ST-7/ST-402). Der DSS-7 arbeitet mit einem Reflexionsgitter, das über 300 Linien pro mm verfügt und das Sternlicht auf den Kamera-Chip aufspaltet. Die maximale Effizienz wird zusammen mit einer



**Abb. 2: Das optische Design des DSS-7**

ist beim Blick in das geöffnete Gehäuse gut zu erkennen: Von links fällt das vom Teleskop kommende Licht (deutlich zu sehen ist der Adapter für den Anschluss an einem klassischen SCT) zunächst durch die Spaltblende und dann auf einen Spiegel, der das Licht zur parallelen Ausrichtung durch eine Linse und dann auf das Reflexionsgitter lenkt. Dort wird das Licht aufgespalten und durch eine weitere Linse durch die zweite Gehäuseöffnung in Richtung des CCD-Chips gelenkt.

ST-7XME mit 40% bei 600nm erreicht und fällt bei 400nm bzw. 800nm auf etwas über bzw. unter 20% ab. Das DDS-7 wurde zur Verwendung an Teleskopen mit einem Öffnungsverhältnis von f/10 entwickelt (beispielsweise einem der beliebten SCT).

Die direkt hinter dem Teleskopanschluss in den Strahlengang einschwenkbare Spaltblende enthält insgesamt fünf Spalte mit unterschiedlichen Spaltbreiten: In der Mitte ist ein Spalt mit einem Durchmesser von 50 Mikrometer, der von je einem Spalt mit 100 Mikrometer (oben) und 200 Mikrometer (unten) flankiert wird. Zusätzlich gibt es zwei weitere Spalte mit je 400 Mikrometer Öffnung. Bei jeder Belichtung werden daher durch die Spalte fünf parallele Spektren erzeugt.

### Im nächtlichen Einsatz

Die Handgriffe zum Einsatz des DSS-7 in der Nacht sind unkompliziert: Nach der Adaption der SBIG-Kamera an den DSS-7 und der gesamten Spektrograph-Kamera-Einheit am Teleskop werden zunächst die Spaltblende aus dem Strahlengang und das Gitter in die Ausgangsstellung gefahren (die mitgelieferte Software CCDOPS besitzt dazu im Menü mit »DSS – DSS Mode – Position Mode« den entsprechenden Eintrag). Die in den DSS-7 integrierte Linse vergrößert nun das sichtbare Bild in der

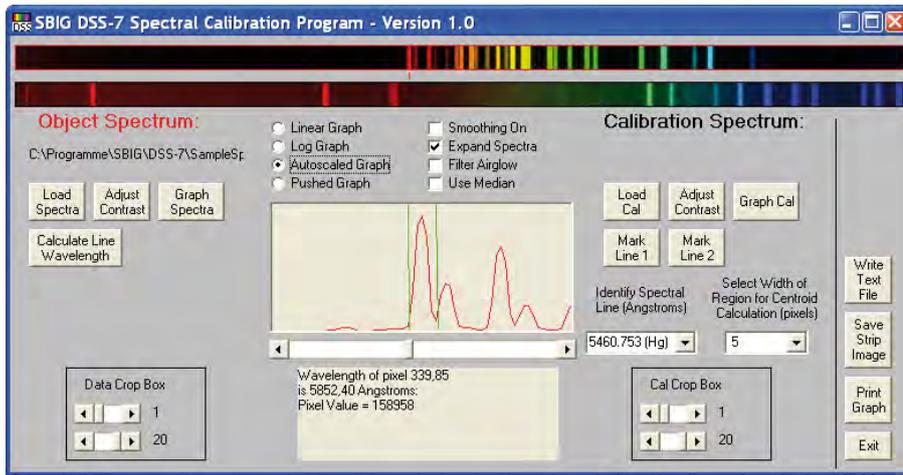
Funktion eines 2:1-Fokalreducers so, dass auch mit dem recht kleinen Chip der ST-7 das zu spektroskopierende Objekt schnell zentriert und fokussiert werden kann. Über die Funktion »DSS – DSS Mode – Show Slit« kann der Spalt über dem Kamerabild zur genauen Ausrichtung des Objektes angezeigt werden. In einem letzten Schritt ist nun nur noch die Belichtungszeit zu wählen und die Aufnahme zu starten. Das Reflexionsgitter und die Spaltblende werden dann im Strahlengang positioniert und die Aufnahme begonnen. Die Länge der maximalen Belichtungszeit hängt dabei von der Genauigkeit der Nachführung ab, da der kamerainterne Guiding-Chip bei Verwendung des DSS-7 (im Gegensatz zum SGS) nicht zum Nachführen eingesetzt werden kann. Vereinfacht kann gesagt werden, dass bei der Spektroskopie von flächigen Objekten wie Nebeln oder Galaxien leichte Nachführfehler weniger folgenreich sind als bei der Spektroskopie schwacher Sterne, da auch bei leichten Ungenauigkeiten in der Nachführung meist noch Nebelgebiete vor dem Spalt bleiben. In der Sternspektroskopie wird jedoch eine Bewegung parallel zum Spalt eingesetzt, um das Spektrum zu verbreitern. Bei flächigen Objekten führt eine solche Bewegung hingegen zu einem Verlust an räumlicher Auflösung.

Bei der Aufnahme von Spektren gelten die gleichen Grundsätze wie bei der normalen Astrofotografie: Der Chip der verwendeten Kamera sollte möglichst weit unter die Umgebungstemperatur gekühlt werden, um den Dunkelstrom zu reduzieren, mehrere Aufnahmen des Spektrums sollten erstellt und anschließend gemittelt werden, um die Qualität der Abbildung zu

erhöhen. Es bietet sich dabei an, die Kamera die notwendigen Bilder als Serie aufnehmen zu lassen, da dabei die mechanischen Bauteile (Spaltblende und Reflexionsgitter) des Spektrographen nicht bewegt werden und die Lage des Spektrums auf dem Chip so stets gleich bleibt. Auch der gewohnte Einsatz von Darks und Flats ist bei der Spektrographie zu empfehlen.

Zur Auswertung der aufgenommenen Spektren liegt dem DDS-7 eine angepasste Version der Spektralanalyse-Software Spectra von SBIG bei. Diese Software erlaubt eine recht einfache Bestimmung der Absorptions- und/oder Emissionslinien. Hierzu sind zunächst ein bekanntes Spektrum als Kalibrationspektrum zu laden (im einfachsten Falle einer Leuchtstoffröhre) und zwei auffällige Absorptions- oder Emissionslinien zu markieren (eine Markierung von mehr als zwei Spektrallinien, um eine eventuelle Nicht-Linearität der Wellenlängenskala auszugleichen, ist in der Software Spectra nicht möglich). Anschließend wird das Sternspektrum geladen und die Wellenlängen der aufgezeichneten Spektrallinien können abgelesen werden. Ein Export der Daten in einer Textdatei zur Weiterverarbeitung und grafischen Aufbereitung ist zudem möglich. Aus gutem Grund bezeichnet SBIG das Programm als »Spectral Calibration Programm«, denn die über die Kalibration hinausgehenden Auswertungs- und Analysemöglichkeiten der Software sind ausgesprochen begrenzt. Für eine umfassendere Auswertung der gewonnenen Spektren sollten andere Programme eingesetzt werden, die kostenfreie Software VisualSpec ist sicherlich eine der verbrei-

Die Spektrographen im Vergleich			
Modell	SBIG DSS-7	Shelyak LHIREs	Baader DADOS
Gitter (Lieferumfang)	300 Linien/mm	2400 Linien/mm	200 Linien/mm
Optionale weitere Gitter	–	1200 Linien/mm 600 Linien/mm 300 Linien/mm 150 Linien/mm	900 Linien/mm
Spalte	2×400µm 200µm 100µm 50µm	25µm	25µm 30µm 50µm
Spektrale Auflösung	k.A.	$\lambda/\Delta\lambda$ 17000 (bei Ha)	$\lambda/\Delta\lambda$ 500
Anschlüsse	SCT SBIG-Adapter	2", SCT, DSLR, 1¼"	2", T2
Größe	11cm × 11cm × 5,5cm	25cm × 20cm × 8cm	8cm × 15cm × 20,5cm
Gewicht	0,8kg	1,6kg	0,9kg
Preis	1585\$	2570€	1425€



**Abb. 3:** Mit dem DDS-7 wird von SBIG die Spektralanalyse-Software Spectra ausgeliefert, die eine einfache Bestimmung der Absorptions- und/oder Emissionslinien erlaubt. Hierzu sind zunächst ein bekanntes Spektrum als Kalibrationsspektrum (hier einer Quecksilberlampe) zu laden und zwei auffällige Absorptions- oder Emissionslinien zu markieren. Anschließend wird das Sternspektrum geladen und die Wellenlängen der aufgezeichneten Spektrallinien können abgelesen werden.

testen Softwarelösungen zur Auswertung von stellarspektroskopischen Aufnahmen.

### Bildauswertung mit Visual Spec

Die Bildauswertung mit Visual Spec geht einen deutlichen Schritt weiter, als dies in Spectra möglich ist: Nach dem Laden des Bildes kann zunächst eine zweidimensionale Darstellung des Spektrums in Form eines Grafen erstellt werden. Zur Kalibrierung sind in einem nächsten Schritt im einfachsten Fall zwei markante Emissions- oder Absorptionslinien zu benennen, so dass die Software die Wellenlängen zum eingeleseenen Spektrum berechnen kann. Wahlweise können unter der Funktion »non linear calibration« auch mehr als zwei markante Linien benannt werden, um die Genauigkeit der Wellenlängenkalibrierung zu erhöhen. Die grafische Darstellung ermöglicht dann sehr leicht die umfangreiche Bestimmung der einzelnen Linien.

Bei der Weiterverarbeitung der gewonnenen Spektren zeigt sich, dass die Linearität der mit dem DSS-7 gewonnenen Aufnahme so gut ist, dass eine Kalibrierung mit zwei Linien ausreichend für die Auswertung der Spektrallinien ist: Die Auf-

nahme einer Quecksilberdampfampe, die nur mittels der dicht beieinander liegenden Linien bei 579,07nm und 576,96nm und der Linie bei 404,656nm kalibriert wurde, weist nur eine Verschiebung von 0,01nm gegenüber den in Lehrbüchern genannten Werten auf (VisualSpec gibt bei der Auswertung der genannten Aufnahme einer Quecksilberdampfampe steht auf der Homepage des Autors zur eigenen Weiterverarbeitung und Auswertung zur Verfügung).

Durch die parallele Positionierung der fünf unterschiedlich breiten Schlitze und der Verwendung nur eines schmalen Ausschnittes des gewonnenen Spektrums wirkt sich eine evtl. vorhandene Durchbiegung des Spektrums nicht negativ auf die Auswertung und Bestimmung der Spektrallinien aus.

### Der LHIRES III von Shelyak

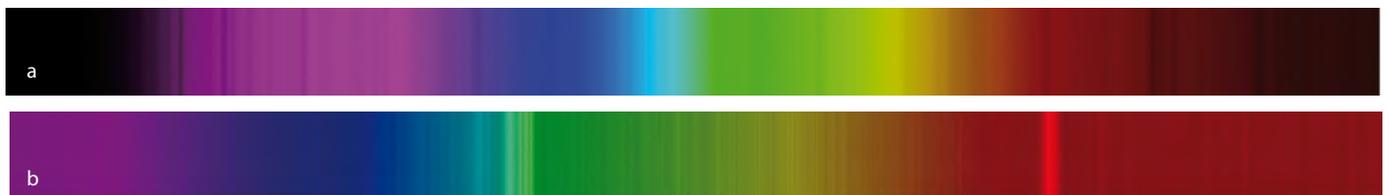
2003 schlossen sich einige französische Amateurastronomen zusammen, um einen Spektrographen zu entwickeln, der leistungsfähiger und flexibler eingesetzt werden kann als die Instrumente, die zum damaligen Zeitpunkt auf dem Markt

waren. Unter dem Namen LHIRES III (Littrow HIGH RESolution Spectrograph) wird das von Christian Buil, François Cochard und Olivier Thizy entwickelte Instrument inzwischen von deren neu gegründeter Firma Shelyak vertrieben. Es handelt sich bei LHIRES III um einen variablen Spaltspektrographen, der für die hochauflösende Spektroskopie einsetzbar und je nach Interesse modifizierbar ist.

Das rund 25cm × 20cm × 8cm Zentimeter große und rund 1,6kg schwere Instrument ist mit drei universellen Anschlüssen ausgestattet: Teleskopseitig kann es mit einem SCT verschraubt oder mittels eines 2"-Adapters an nahezu jedes beliebige Teleskop montiert werden. Kameraseitig sind Adapter für DSLR-, SBIG- und Audine-Kameras verfügbar. Ebenso kann das erzeugte Spektrum durch eine 1,25"-Steckhülse mit nahezu jeder anderen Kamera aufgenommen werden. Der erwähnte dritte Anschluss ermöglicht die Adaption einer beliebigen Guiding-Kamera, um den Spaltspektrographen während der Belichtung exakt nachzuführen. Hierzu wird ein Teil des vom Teleskop erzeugten Bildes durch diesen dritten Anschluss reflektiert.

Die herausragende Besonderheit des LHIRES III besteht in der Austauschbarkeit der dispergierenden Elemente: Standardmäßig wird der Spektrograph mit einem Gitter mit 2400 Linien/mm ausgeliefert, optional stehen auch Gitter mit 1200 Linien/mm, 600 Linien/mm, 300 Linien/mm und 150 Linien/mm zur Verfügung, so dass das verwendete Reflexionsgitter den entsprechenden Beobachtungsanforderungen angepasst werden kann. Die Zunahme der Auflösung ist bei Verwendung der Gitter mit höherer Linienzahl beachtlich: Während bei Verwendung des Gitters mit 150 Linien/mm das halbe gewonnene Spektrum noch auf dem Chip einer ST-7 Platz findet (das gesamte Spektrum lässt sich also nur auf zwei Bildern abbilden), sind bei Verwendung des Gitters mit 2400 Linien/mm hierfür schon 45 Aufnahmen notwendig. Oder anders ausgedrückt: Bei Verwendung des 150er-Gitters werden 0,3nm auf einem Pixel der ST-7 (Pixelgröße: 9µm × 9µm)

**Abb. 4:** Spektren des Sterns Deneb (a) und des Planetarischen Nebels M 27 (b), gewonnen mit dem SBIG DSS-7 und einer ST-7 CCD-Kamera an einem 8"-SCT. Deutlich sind im Sternspektrum die Absorptionslinien und im PN-Spektrum die Emissionslinien von [OIII] und Ha zu erkennen.



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

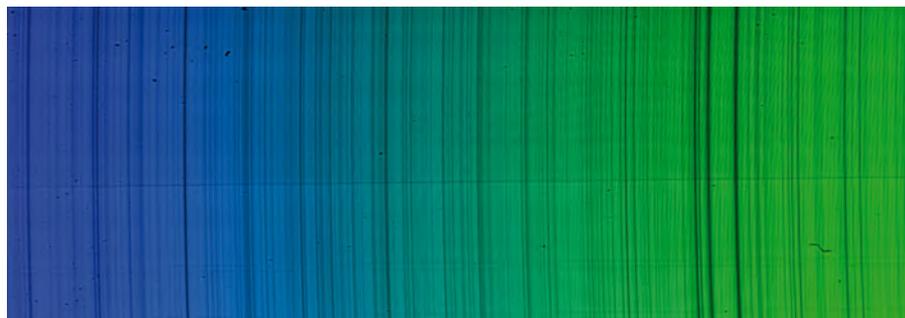
abgebildet, beim 2400er-Gitter nur noch 0,01nm. Dafür erreicht der Spektrograph mit dem Transmissionsgitter mit 2400 Linien/mm eine theoretische Auflösung von  $\lambda/\Delta\lambda \sim 17000$  bei H $\alpha$ .

Da die Länge des erzeugten Spektrums in der Regel deutlich größer ist als das Bildfeld des verwendeten Aufnahmechips, kann das Spektrum durch Drehen der am hinteren Gehäuseende angebrachten Mikrometerschraube exakt verschoben werden. Ebenso wie das dispergierende Element ausgetauscht werden kann, so kann auch der mitgelieferte 25 $\mu$ m breite Spalt vom Anwender durch eine andere Spaltbreite ersetzt werden, zwei Halb-Spalte liegen hierzu dem LHIRES bei. Eine weitere Besonderheit des LHIRES III besteht darin, dass eine kleine Neon-Lampe in das Gerät bereits integriert ist, so dass jederzeit ein Referenz-Spektrum erzeugt werden kann.

### LHIRES III im täglichen und nächtlichen Einsatz

Die Verwendung des LHIRES als Sonnenspektroskop ist auch ohne Teleskop und ohne Kamera denkbar einfach, so dass bei einem ersten Test das LHIRES zunächst zur visuellen Beobachtung des Sonnenspektrums erhalten musste. Am Kamera-Anschluss wurde hierzu eine 1,25"-Steckhülse angeschraubt und ein

**Abb. 5: Der LHIRES III** eignet sich ausgezeichnet zur visuellen Beobachtung der Sonne. Dazu muss nur am Kameraanschluss eine 1/4" Steckhülse angeschraubt werden.



**Abb. 6: Ausschnitt aus dem Sonnenspektrum**, aufgenommen mit dem LHIRES III von Shelyak und einer DSLR. Es zeigt sich eine leichte Durchbiegung der Spektren, die jedoch ohne Folgen bleibt, wenn man sich auf den zentralen Teil des Spektrums beschränkt.

normales 26mm-Okular verwendet. Die Öffnung, die für den Anschluss eines Teleskops vorgesehen ist, wurde direkt auf die Sonne ausgerichtet und es zeigte sich schon beim ersten Blick durch das mit einem Gitter mit 1200 Linien/mm ausgestattete Instrument ein Spektrum, an dem schon Fraunhofer seine Freude gehabt hätte: Hunderte scharf abgegrenzte Linien erscheinen fein säuberlich in dem Sonnenspektrum aufgereiht. Durch Drehung an der am Instrument angebrachten Mikrometerschraube kann das Gitter in seiner Position gekippt werden, so dass das gesamte Sonnenspektrum in Ausschnitten betrachtet werden kann.

Dieser eindrucksvollen Betrachtung des Sonnenspektrums folgte schon wenige Tage später der erste nächtliche Einsatz. Das LHIRES III wurde hierzu ebenfalls an ein 8"-SCT geschraubt und mit einer SBIG ST-7 als Kamera ausgestattet. Nach dem Anfahren und Fokussieren des zu spektroskopierenden Sterns kann dessen exakte Ausrichtung hinter dem Spalt über das Bild der Kamera kontrolliert werden. Bei der Bildaufnahme sind bedingt durch die weitere Aufspaltung des Spektrums längere Belichtungsreihen notwendig als beim DSS-7 – dafür entstehen aber auch deutlich differenziertere Spektren. Die

Bildverarbeitung erfolgt dann beispielsweise mit den oben genannten Programmen.

Wie bereits auf der mit einer digitalen Spiegelreflexkamera gewonnenen Abbildung ansatzweise deutlich wird, ist über die gesamte Chiphöhe von 15,7mm eine leichte Durchbiegung des Spektrums zu erkennen. Aber auch diese ist für die Bestimmung der Spektrallinien nicht relevant, wenn nur ein zentraler Ausschnitt des Spektrums zur Weiterverarbeitung mit beispielsweise VisualSpec verwendet wird.

### Fazit

Anders als das im vorangegangenen Teil vorgestellte Rainbow Optics Star Spectroscope ist der DeepSkySpectrograph (DSS-7) von SBIG ausschließlich für die Fotografie von Spektren ausgelegt, während der LHIRES III von Shalyak sowohl fotografisch als auch visuell genutzt werden kann.

Insgesamt handelt es sich bei dem DeepSkySpectrograph DSS-7 um einen einfach und unkompliziert zu bedienenden und sehr leistungsfähigen Spaltspektrographen für Amateurastronomen, der für die Spektroskopie zahlreicher Himmelsobjekte gut geeignet ist. Neben der Bestimmung von Sternklassen können mit dem DSS-7 auch die Rotationsgeschwindigkeit von Planeten oder der Doppler-Effekt an Galaxien bestimmt werden. Die Grenzen des DSS-7 sind in seinem nur begrenzt auflösenden Gitter zu sehen und darin, das bei längeren Belichtungszeiten zur Nachführung ein Leitrohr erforderlich ist.

Mit dem LHIRES III steht interessierten Amateuren am oberen Ende der Produktpalette ein extrem leistungsfähiger und variabel einsetzbarer Spektrograph zur Verfügung, der es erlaubt auch (semi-) professionelle Forschung zu betreiben.

*Im dritten Teil: Der DADOS-Spektrograph.*

### Surftipps

Homepage des Autors: [www.sternenstaub-observatorium.de/](http://www.sternenstaub-observatorium.de/)  
 SBIG DeepSkySpectrograph DSS-7: [www.sbig.com/dss7/dss7.htm](http://www.sbig.com/dss7/dss7.htm)  
 Shelyak LHIRES III: [www.shelyak.com](http://www.shelyak.com)  
 Baader DADOS: [www.baader-planetarium.de/dados/dados.htm](http://www.baader-planetarium.de/dados/dados.htm)  
 Software Visual Spec: [www.astrosurf.com/vdesnoux/](http://www.astrosurf.com/vdesnoux/)  
 Ausführliche Anleitung zu Visual Spec: [www.astrosurf.com/vdesnoux/tutorial.html](http://www.astrosurf.com/vdesnoux/tutorial.html)

# ZOOM auf den Nordamerika-Nebel

Eine visuelle Annäherung an NGC 7000

VON RONALD STOYAN

BERND LIEBSCHER

Am 1. Juni 1891 fotografierte Max Wolf eine Nebellandschaft im Schwan mit einer 5"-Linse in seiner Sternwarte in der Heidelberger Merzgasse. Nach dreistündiger Belichtung zeigte sich »ein großer und heller, äußerst fein gezeichneter, fächerförmiger Nebel.« Ein zweites Foto, im Juli 1901 mit dem 16"-Bruce-Astrographen auf dem Königstuhl erstellt, zeigte die frappante Ähnlichkeit des Nebels mit den Umrissen Amerikas. In der Veröffentlichung dieser Aufnahme nannte Wolf das Objekt deshalb »America-Nebel«, später von Barnard zu »Nordamerikanebel« konkretisiert.

**Abb. 1: Der Nordamerikanebel im Sternbild Schwan** ist eine der beeindruckendsten Nebellandschaften am Himmel – auch wenn visuell am Fernrohr die Farben und Formen tiefer Astrotografien nicht zu sehen sind.

Auf Fotos lässt diese  $1,5^\circ \times 2^\circ$  große Nebellandschaft den Kontinent Mexiko und sein Golf bilden die auffälligsten Partien mit den größten Hell-Dunkel-Kontrasten. Schwächer markiert ist Florida, während die Ostküste gut nachvollziehbar ist. Ausgefranstet stellt sich die Westküste dar, und nach Norden geht der Kontinent allmählich in eine Arktis aus Sternfeldern über. Lediglich B 352 und 353, zwei Dunkelnebel, zeichnen den Nordrand und werden entsprechend der geographischen Analogie als James- und Hudsonbai bezeichnet.

### Erste Begegnung

Als der Einsteigernewton 114/900 am 21.8.1990 auf den Nordamerikanebel gerichtet wurde, waren Nebelfilter noch ein Fremdwort für mich. Die ernüchterte Beschreibung war: »Man sieht nur Mexiko«.

Es lag mit Sicherheit nicht am Himmel, dass von NGC 7000 nicht viel zu sehen war, denn der war teilweise derart dunkel, dass ich Mühe hatte, das Teleskop im Garten zu orten. Vielmehr ist das magere Ergebnis eher auf mangelnde Beobachtungserfahrung zurückzuführen – und falsches Zubehör. Neben dem fehlenden Nebelfilter lag es vor allem an den billigen 25,4mm-Okularen und zu hoher Vergrößerung (40 $\times$ ), dass das Resultat enttäuschend ausfiel. Mit nur 3mm Austrittspupille und einem Feld von knapp  $1^\circ$  hatte ich eine denkbar ungünstige Kombination ausgewählt.

Das A und O bei der Beobachtung großer Emissionsnebel sind großes Gesichtsfeld, große Austrittspupille und Nebelfilter. Eine größere Öffnung ist dagegen nicht unbedingt nötig – weil die Helligkeit flächenhafter Objekte allein von dem Durchmesser der Austrittspupille abhängig ist. Im Gegenteil wird es bei größeren Öffnungen schwieriger, die niedrigen Vergrößerungen und damit großen Gesichtsfelder zu erzielen, damit große Nebel wie NGC 7000 sich überhaupt von der Umgebung abheben können.

### Gewusst wie

Das hatte ich begriffen, als drei Jahre später der 120mm-Refraktor bei 25-facher Vergrößerung mit UHC-Filter zum Ein-

satz kam. Das Gesichtsfeld betrug mit dem 40mm-Huygensokular von Zeiss Jena immerhin  $2^\circ$ , die Austrittspupille knapp 5mm. Ich notierte: »In Mexiko sind Strukturen zu sehen, Florida und Ostküste kontrastreich, Westküste schwächer definiert, Hudsonbai deutlich.« Ein parallel aufgestellter Achtzöller zeigte den Nebel nicht so deutlich.

Zwei Jahre später hatte ich dasselbe Fernrohr mit einem modernen 2"-Zenit-Spiegel, einem 40mm-Weitwinkelokular und 2"-UHC-Filter ausgerüstet – mehr Gesichtsfeld ist nicht zu erreichen. Die sich ergebenden  $2,8^\circ$  fassten den gesamten Nebel mit ausreichend Umgebung und ergaben auch unter normalen Landhimmelbedingungen ein großartiges Bild dieses Objekts: »Der Nebel ist derart hell, Wahnsinn!« notierte ein begeisterter Verfasser.

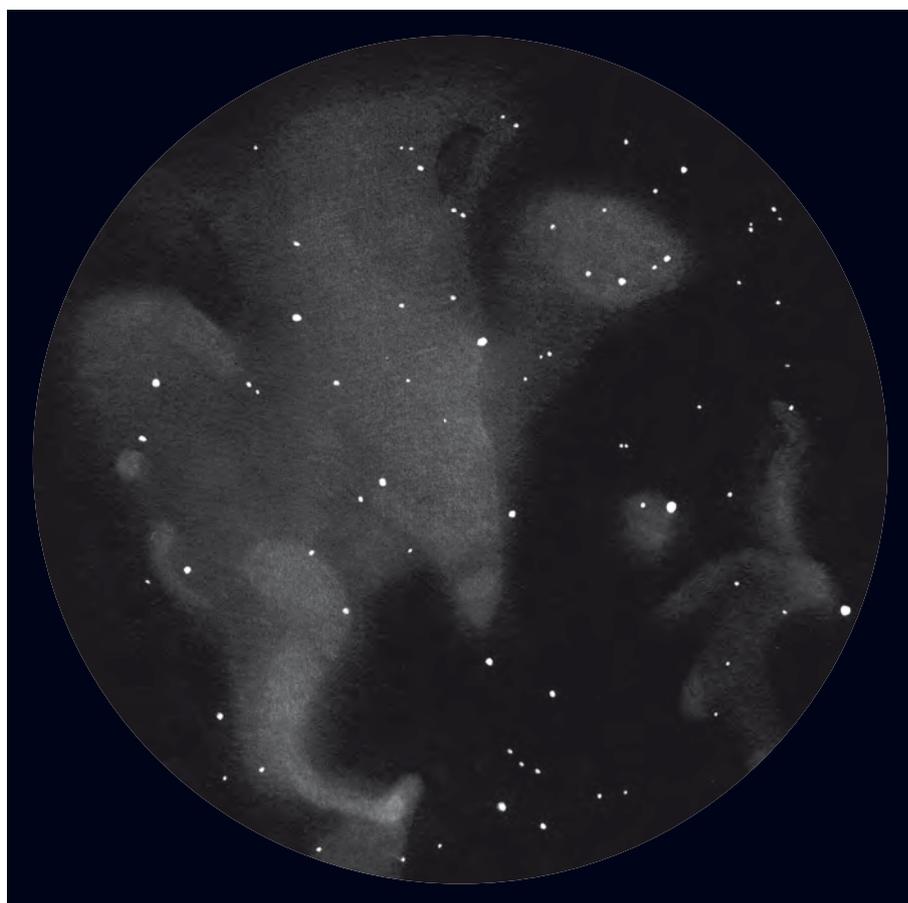
### Dunkler Himmel, kleines Fernrohr

Dies ist ein exemplarisches Beispiel dafür, welchen Unterschied richtige Ausrüs-

tung machen kann. Aber auch der Himmel ist wichtig. Die Flächenhelligkeit des Nebels beträgt nur  $21^m/\square$ . Unter Vorortbedingungen besitzt der Himmelshintergrund nur etwa  $20^m/\square$ . Der Kontrast des Nebels zum Hintergrund ist also nur minimal, wenn man mit maximaler Austrittspupille beobachtet. Ist man auf dem Land (Hintergrundhelligkeit  $21^m/\square$ ), ergeben sich schon wesentlich bessere Wahrnehmungschancen. Noch besser wird es im Gebirge. Am 17.7.1993 herrschte Rückseitenwetter in den Alpen. Im 20 $\times$ 100-Fernglas bei zwar nur 5mm Austrittspupille, aber  $2,5^\circ$  Gesichtsfeld, zeigten sich »unglaubliche Strukturen, zart und grünlich hängt die kosmische Staubwolke im All. B 353 und 352 ein gewaltiges Spektakel aus Licht und Dunkelheit.«

Diese Erfahrungen lassen sich auch auf noch kleinere Öffnungen ausdehnen. Bei einer anderen Alpen-Exkursion vier Jahre später konnte der 63/840-Zeiss-Refraktor zeigen was in ihm steckt. Bei  $6^m,9$  Grenzgröße (ca.  $21^m,6/\square$  Hintergrund-

**Abb. 2: Zeichnung am 4,7"-Refraktor** bei 26 $\times$  mit Schmalbandfilter.



ROMANUS STORAK

helligkeit) erschien NGC 7000 auch ohne Nebelfilter »sehr hell, besonders Mexiko; Form des gesamten Nebels erkennbar, Dunkelnebel Hudsonbai und Jamesbai überraschend gut«.

Verfolgt man konsequent diese Überlegungen, wird klar, dass man den

Nordamerikanebel auch mit wesentlich kleineren Öffnungen sehen kann: Auch ein Fernglas reicht aus. Ein Standardglas 10×50 besitzt ca. 6° Gesichtsfeld und 5mm Austrittspupille – ideal für den Nordamerikanebel! Beim ersten Versuch fand ich, es sei »anfangs schwer zu unter-

scheiden ob Nebel oder Sternwolke, der Nebel hat aber etwas milchiges«. Noch besser geeignete Gläser sind jene, die das große Gesichtsfeld mit noch größeren Austrittspupillen vereinen, z.B. 7×50 (7,1mm), 9×56 (6,2mm), 11×80 (7,3mm).

### Nebelfilter unerlässlich

Problematisch ist, dass mit Ferngläsern meist kein Nebelfilter eingesetzt werden kann. Diese Interferenzfilter sind nicht wegzudenken aus der Nebelbeobachtung, denn sie isolieren die Nebelstrahlung der beiden wichtigsten Emissionslinien H $\beta$  (486nm) und [OIII] (501nm) aus dem Himmelshintergrund und führen zu einer deutlichen Verbesserung der Kontrastverhältnisse zum nun dunkleren Hintergrund.

Der Nordamerikanebel ist das Paradebeispiel für einen Emissionsnebel, der in beiden Emissionslinien gleich stark strahlt. Schmalbandfilter wie der UHC-Filter sind deshalb das Mittel der Wahl, während Linienfilter, die nur auf eine der beiden Emissionslinien ausgerichtet sind, das Licht der jeweils anderen beschneiden – und damit verschenken.

Ein UHC-Filter war deshalb Pflicht, als der gesamte Nebelkomplex schließlich 1997 mit dem 14"-Newton gezeichnet wurde. Bei 45-facher Vergrößerung ergaben sich satte 8mm Austrittspupille und 1,5° Feld. Somit konnte ich den Nebel zwar nicht auf einmal beobachten und musste Feld für Feld abfahren, aber Austrittspupille, Filter und Öffnung sorgten dafür, dass sich aus vagen Nebelvorhängen klare Strukturen herauszeichneten – die insbesondere im Bereich von Mexiko auch etwas höhere Vergrößerungen benötigen, um alle Details zu offenbaren.

### Mit bloßem Auge

Doch mit dem UHC-Filter geht es auch minimalistisch: Ganz ohne optisches Instrument lässt sich der Nordamerikanebel sehen, wenn man den Filter vor das bloße Auge hält. Der Filterblink – das schnelle Hin- und Herbewegen des Filters vor dem Auge – lässt den Nebel aufblitzen. In den Alpen kann man so sogar die nach Süden zugespitzte Form gut erkennen: Ein geheimnisvoller Kontinent erscheint in den Sternfeldern der Sommermilchstraße.

Abb. 3: Zeichnung am 14"-Newton bei 45x und 81x mit Schmalbandfilter.



Der Nordamerikanebel							
Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Entfernung	DSRA
NGC 7000	GN	Cyg	20 <sup>h</sup> 59,5 <sup>min</sup>	+44° 20,0'	5 <sup>m</sup>	2000Lj	7 (15)

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

## Welche Jupitermonderscheinungen kann man beobachten?

Die vier großen Jupitermonde sind sehr reizvolle Beobachtungsziele im Sonnensystem. Die Monde sind recht groß, ihre Durchmesser liegen zwischen 3138km und 5262km. In diesem Bereich liegen auch unser Mond und der Merkur, der Mars ist etwas größer. Von der Erde aus gesehen wären sie einfache Objekte für das bloße Auge, da ihre Helligkeiten zwischen 4<sup>m</sup>6 und 5<sup>m</sup>7 liegen. Der nahe stehende Jupiter überstrahlt die feinen Lichtpunkte jedoch. Aber im kleinsten Fernglas sind sie leicht sichtbar, ihre Bewegungen um den Gasplaneten herum sind schon nach einer Stunde deutlich zu erkennen. Io, der innerste, umkreist den Jupiter in knapp zwei Tagen, während der äußerste, Kallisto, hierzu gut zwei Wochen benötigt.

Wenn auf dem Jupiter eine Sonnenfinsternis stattfindet, dann wandert von der Erde aus gesehen ein Mondschaten über die Jupiterscheibe. Diese eindrucksvolle Erscheinung ist schon in einem 80mm-Fernrohr bei 100-facher Vergrößerung zu sehen. Noch leichter zu erkennen sind die Verfinsterungen der Monde, hierzu genügt ein Fernglas. Ebenso wie bei irdischen Mondfinsternissen dauert es eine gewisse Zeit, bis der Mond durch den Halbschatten in den Kernschatten eintritt. Während dieser wenigen Minuten wird der Mond langsam dunkler, bis er schließlich ganz unsichtbar wird. Vorhersagen all dieser Phänomene können Sternkalendern entnommen werden [1–3].

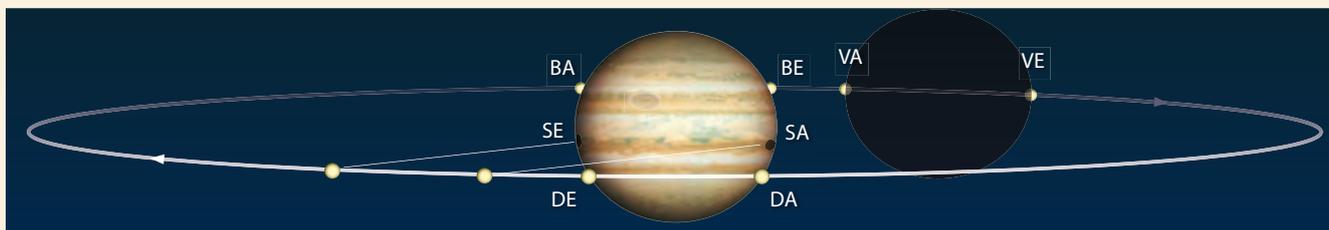
Vor einer Jupiter-Opposition läuft bei einem Monddurchgang der Mondschaten dem Mond voraus: Es kommt also zuerst zu

ment mit 150mm Öffnung oder mehr. Die Luft sollte ruhig sein, damit die winzigen Mondscheibchen auch klar zu sehen sind. Es ist wichtig, diese Erscheinung von Anfang an zu verfolgen. Das Auffinden des kontrastarmen Mondscheibchens vor der Jupiterfläche ist fast unmöglich, wenn man nicht genau weiß, wohin man schauen muss.

Die Erdbahn ist etwas gegen die Ebene der Jupitermonde geneigt. Aus diesem Grund laufen die Monde meist »übereinander hinweg«. Aber alle fünf bis sechs Jahre befindet sich die Erde in der Bahnebene der Monde. Zu diesen Zeiten bedecken oder verfinstern sich die Monde gegenseitig. Im Sommer und Herbst 2009 sind zahlreiche dieser Ereignisse beobachtbar. Auch in den Jahren 2014/15 und 2021 bieten sich hierzu Gelegenheiten.

- [1] Keller, H.-U.: Kosmos Himmelsjahr 2009, Kosmos Verlag, Stuttgart (2008)
- [2] Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2009, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, Heidelberg (2008)
- [3] Roth, H.: Der Sternenhimmel: Astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde 2009, Kosmos Verlag, Stuttgart (2008)

**Abb. 1: Übersicht der Jupitermonderscheinungen:** SA, SE: Schattendurchgang Anfang und Ende. VA, VE: Verfinsternung Anfang und Ende. BA, BE: Bedeckung des Mondes durch den Jupiter Anfang und Ende. DA, DE: Durchgang eines Mondes vor der Jupiterscheibe Anfang und Ende.

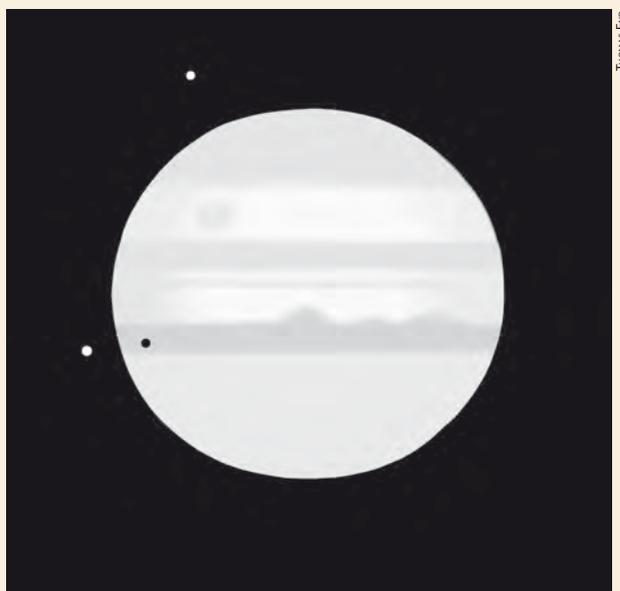


einem Schattendurchgang, und danach zu einem Vorübergang des Mondes vor dem Jupiter. Nach der Opposition ist es umgekehrt, der Schatten läuft hinterher. Zur Oppositionszeit selbst laufen Schatten und Mond eng beieinander über die Planetenscheibe. In seltenen Fällen bedeckt von der Erde aus gesehen der Mond seinen eigenen Schatten, ein sehenswertes Ereignis. Auch hierfür ist ein größeres Instrument nötig.

Leider sind Schattendurchgänge und Verfinsterungen nicht allzu häufig, man kann mit einem Ereignis pro Woche rechnen. Einige dieser Erscheinungen ereignen sich bei geringem Horizontabstand, andere fallen in die frühen Morgenstunden. Da auch das Wetter einige Beobachtungen vereitelt, sind in einer Beobachtungssaison nur einige wenige dieser Erscheinung gut zu sehen.

Häufiger zu sehen sind die Vorübergänge des Mondes vor der Jupiterscheibe oder die Bedeckungen der Satelliten durch den Jupiter. Die Annäherung der Monde an den Planeten kann man in einem kleinen Fernrohr leicht verfolgen. Allerdings verschmilzt der Mond in solch einem Instrument ab einem bestimmten Zeitpunkt mit dem Jupiter und lässt sich von ihm nicht mehr trennen. Um einen Vorübergang eines Mondes vor dem Jupiter wirklich zu sehen, benötigt man ein hochwertiges Instru-

**Abb. 2: Jupiter am 21.6.2007** mit dem Mond Io und seinem Schatten (unten), Kallisto (oben) steht dagegen hinter dem Planeten. 6"-Newton, 133x.



# Grenzgröße ade

## Das Sky Quality Meter in der Praxis

VON UWE GLAHN, RONALD STOYAN UND ACHIM STRNAD



»Wie dunkel ist mein Himmel?« Diese Frage stellen Amateurastronomen überall auf der Welt nicht nur aus subjektivem Interesse – Daten über die Helligkeit des Himmelshintergrunds erlauben auch die Berechnung der visuellen Sichtbarkeit von Sternen und Deep-Sky-Objekten oder der maximalen Belichtungszeit für Digital- und CCD-Kameras. Das »Sky Quality Meter« der Firma Unihedron revolutioniert diese Bestimmung.

**Abb. 1: Wie dunkel ist mein Himmel?** Diese Frage haben Amateurastronomen jahrzehntelang mit der Schätzung der Grenzgröße beantwortet. Nun ersetzt ein Messgerät die viel zu subjektiven Schätzungen.

Wenn Amateurastronomen Informationen über die Dunkelheit ihres Standorts benötigen, verwenden sie bisher meist einfache visuelle Abschätzungen. Am bekanntesten ist die Ermittlung der Grenzgröße mit bloßem Auge, also des schwächsten, gerade noch ohne optische Hilfsmittel erkennbaren Sterns. Diese Abschätzung wird anhand eines geeichten Messfeldes vorgenommen – am gebräuchlichsten ist die Polsequenz um den Polarstern. Es gibt jedoch auch andere Felder am Himmel, die über geeignete Schätzersterne verfügen. Ebenfalls angewandt wird die Bortle-Methode [2, 3], die mit der subjektiven Sichtbarkeit der Milchstraße arbeitet [siehe Praxiswissen interstellarum 64]. In interstellarum vorgeschlagen wurde außerdem eine Abschätzung anhand der Sichtbarkeit bestimmter Deep-Sky-Objekte wie M 31 und M 33 [4].

### Probleme der Grenzgröße

Diese visuellen Methoden haben den Nachteil, dass sie von einer Reihe von Fehlerfaktoren beeinflussbar sind:

- Horisonthöhe des Eichfeldes
- Persönliche Ungenauigkeit
- Beobachtungserfahrung
- Adaption
- Sehschärfe
- Pupillengröße
- Befindlichkeit des Beobachters

Die meisten dieser Faktoren sind individuell verschieden und wechseln sogar von Beobachtungsnacht zu Beobachtungsnacht. Auch Streulicht und andere äußere Einflüsse lassen sich nicht ausschließen.

Ein von interstellarum initiiertes Vergleich von Grenzgrößenschätzungen unter gleichen Bedingungen und im gleichen Messfeld beim Internationalen Teleskoptreffen Vogelsberg 2004 brachte das Resultat, dass die Werte verschiedener Beobachter um bis zu 2<sup>m</sup>0 voneinander abweichen: Während eine Gruppe von Beobachtern Sterne mit 6<sup>m</sup>7 sah, war für genauso viele andere Beobachter nur eine Grenzgröße von knapp 5<sup>m</sup> gegeben [5]. Zwischen einer Grenzgröße von 5<sup>m</sup> und 6<sup>m</sup>7 besteht aber im wahrsten Sinne des Wortes ein himmelweiter Unterschied: 1500 oder 10000 Sterne sind somit am Nachthimmel mit bloßem Auge sichtbar!

### Grenzgrößenwerte sind aussagegelos

Die große beobachterspezifische Streuung der Schätzungen macht somit eine Aussage über die Grenzgröße wertlos. Die Auswertung der Daten erbrachte keine Kor-



Abb. 2: Das Sky Quality Meter der Firma Unihedron misst die Helligkeit des Himmelshintergrunds in Größenklassen pro Quadratbogensekunde. Links das Standardmodell, rechts das Modell mit Linse.

relation zu Alter, Beobachtungserfahrung oder Häufigkeit der Beobachtungspraxis – auch einheitliche Schätzfelder und identisches Kartenmaterial helfen offensichtlich nicht.

Der Schluss aus diesen Aussagen ist folgeschwer: Die Schätzung der Grenzgröße hat keine Aussagekraft über die Beobachtungsbedingungen verschiedener Beobachter. 5<sup>m</sup>5 Grenzgröße könnte also genauso einen exzellenten Alpenhimmel wie auch einen eher bescheidenen Vororthimmel meinen, je nachdem welcher Beobachter die Schätzung vornimmt! Selbst die Aussagekraft für einen einzigen Beobachter muss

angezweifelt werden. Die Grenzgröße ist also nicht geeignet für vergleichende Aussagen über die Himmelsqualität!

### Der neue Standard: SQM

Abhilfe bietet das seit dem vergangenen Jahr auch in Deutschland vertriebene Sky Quality Meter der kanadischen Firma Unihedron. Dabei handelt es sich um eine kleine Kamera, die mit einer Silizium-Fotозelle (Bauart TAOS-TSL237S) die Lichtemission des Himmelshintergrunds in Größenklassen pro Quadratbogensekunde misst. Vorgesaltet ist ein Filter vom Typ Hoya CM-

## Richtig messen

1. Am Beobachtungsplatz darf keine Abschattung bis in 20° Höhe vorhanden sein.
2. Kein direktes Streulicht darf auf den Sensor gelangen, insbesondere dürfen keine hellen Lichtquellen (Mond, Straßenleuchten, direkte Einstrahlung) höher als 20° sein.
3. Wolken, auch wenn sie nur teilweise vorhanden sind, verfälschen das Ergebnis. Messungen bei Wolken, auch bei dünner Schleierbewölkung liefern keine zuverlässigen Werte.
4. Zeit für Temperaturanpassung geben, SQM möglichst im Außenbereich (Autodach, geöffnete Heckklappe, Nähe zum Kuppelspalt...) lagern.
5. Detektor möglichst gerade am ausgestreckten Arm nach oben halten.
6. Den ersten, aufgrund der internen Temperaturmessung meist zu hohen Messwert nicht berücksichtigen, danach jeweils Mittelwert aus mehreren (mindestens drei) Einzelmessungen bilden.
7. Datum, Uhrzeit und geographische Breite notieren.
8. Die Abweichung durch die Milchstraße anrechnen.

## Beispielwerte für SQM-Messungen

- Bürgerliche Dämmerung: <13<sup>m</sup>
- Nautische Dämmerung: 13<sup>m</sup>–19<sup>m</sup>5
- Astronomische Dämmerung: >19<sup>m</sup>5
- Nürnberg Stadtzentrum: 18<sup>m</sup>5
- Nürnberg Flughafen: 20<sup>m</sup>0
- Vororthimmel: 20<sup>m</sup>3
- Landhimmel: 21<sup>m</sup>1
- Alpenhimmel: 21<sup>m</sup>7
- Namibia: 22<sup>m</sup>0
- Bedeckter Neumondhimmel: >22<sup>m</sup>

Milchstraßenkorrekturwerte für 48° Nord (Standard-SQM)											
gemessener SQM-Wert		19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 20	21 <sup>m</sup> 30	21 <sup>m</sup> 40	21 <sup>m</sup> 50	21 <sup>m</sup> 60
Sternzeit	Kolurstern	tatsächliche Helligkeit des Himmelshintergrunds (in □")									
0h	α And	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 62	20 <sup>m</sup> 90	21 <sup>m</sup> 19	21 <sup>m</sup> 44	21 <sup>m</sup> 56	21 <sup>m</sup> 69	21 <sup>m</sup> 82	21 <sup>m</sup> 96
0h 30min	β Cet	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 18	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 67	21 <sup>m</sup> 80	21 <sup>m</sup> 93
1h	β Cet	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 18	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 67	21 <sup>m</sup> 80	21 <sup>m</sup> 93
1h 30min	–	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 88	21 <sup>m</sup> 17	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 66	21 <sup>m</sup> 79	21 <sup>m</sup> 92
2h	α/β Ari	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 06	20 <sup>m</sup> 60	20 <sup>m</sup> 88	21 <sup>m</sup> 17	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 65	21 <sup>m</sup> 78	21 <sup>m</sup> 91
2h 30min	ο Cet	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 17	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 66	21 <sup>m</sup> 79	21 <sup>m</sup> 92
3h	β Cet	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 62	20 <sup>m</sup> 90	21 <sup>m</sup> 19	21 <sup>m</sup> 43	21 <sup>m</sup> 56	21 <sup>m</sup> 69	21 <sup>m</sup> 82	21 <sup>m</sup> 95
3h 30min	–	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 90	21 <sup>m</sup> 19	21 <sup>m</sup> 43	21 <sup>m</sup> 55	21 <sup>m</sup> 68	21 <sup>m</sup> 81	21 <sup>m</sup> 95
4h	γ Eri	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 19	21 <sup>m</sup> 43	21 <sup>m</sup> 55	21 <sup>m</sup> 68	21 <sup>m</sup> 81	21 <sup>m</sup> 95
4h 30min	–	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 18	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 67	21 <sup>m</sup> 80	21 <sup>m</sup> 93
5h	β Eri	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 17	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 66	21 <sup>m</sup> 79	21 <sup>m</sup> 92
5h 30min	δ Ori	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 06	20 <sup>m</sup> 60	20 <sup>m</sup> 88	21 <sup>m</sup> 17	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 65	21 <sup>m</sup> 78	21 <sup>m</sup> 91
6h	α Ori	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 06	20 <sup>m</sup> 60	20 <sup>m</sup> 87	21 <sup>m</sup> 16	21 <sup>m</sup> 39	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 63	21 <sup>m</sup> 76	21 <sup>m</sup> 89
6h 30min	β Mon	19 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 05	20 <sup>m</sup> 59	20 <sup>m</sup> 86	21 <sup>m</sup> 14	21 <sup>m</sup> 37	21 <sup>m</sup> 49	21 <sup>m</sup> 61	21 <sup>m</sup> 73	21 <sup>m</sup> 86
7h	ε CMa	19 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 05	20 <sup>m</sup> 58	20 <sup>m</sup> 85	21 <sup>m</sup> 13	21 <sup>m</sup> 36	21 <sup>m</sup> 48	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 72	21 <sup>m</sup> 84
7h 30min	α CMi	19 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 04	20 <sup>m</sup> 57	20 <sup>m</sup> 84	21 <sup>m</sup> 11	21 <sup>m</sup> 34	21 <sup>m</sup> 45	21 <sup>m</sup> 57	21 <sup>m</sup> 69	21 <sup>m</sup> 81
8h	–	19 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 04	20 <sup>m</sup> 56	20 <sup>m</sup> 83	21 <sup>m</sup> 10	21 <sup>m</sup> 32	21 <sup>m</sup> 44	21 <sup>m</sup> 55	21 <sup>m</sup> 67	21 <sup>m</sup> 78
8h 30min	–	19 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 04	20 <sup>m</sup> 56	20 <sup>m</sup> 82	21 <sup>m</sup> 09	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 65	21 <sup>m</sup> 77
9h	ζ Hya	19 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 03	20 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 80	21 <sup>m</sup> 06	21 <sup>m</sup> 28	21 <sup>m</sup> 38	21 <sup>m</sup> 49	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 71
9h 30min	α Hya	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 02	20 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 79	21 <sup>m</sup> 05	21 <sup>m</sup> 26	21 <sup>m</sup> 36	21 <sup>m</sup> 47	21 <sup>m</sup> 58	21 <sup>m</sup> 69
10h	α Leo	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 02	20 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 78	21 <sup>m</sup> 04	21 <sup>m</sup> 25	21 <sup>m</sup> 35	21 <sup>m</sup> 46	21 <sup>m</sup> 57	21 <sup>m</sup> 67
10h 30min	μ Hya	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 77	21 <sup>m</sup> 03	21 <sup>m</sup> 23	21 <sup>m</sup> 33	21 <sup>m</sup> 44	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 64
11h	α Crt	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 76	21 <sup>m</sup> 02	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 32	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 63
11h 30min	ξ Hya	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 76	21 <sup>m</sup> 01	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 32	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 52	21 <sup>m</sup> 62
12h	–	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
12h 30min	β Crv	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
13h	–	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
13h 30min	α Vir	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
14h	π Hya	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 00	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
14h 30min	–	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 00	20 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 76	21 <sup>m</sup> 01	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 41	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 61
15h	σ Lib	19 <sup>m</sup> 50	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 76	21 <sup>m</sup> 02	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 32	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 63
15h 30min	–	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 77	21 <sup>m</sup> 03	21 <sup>m</sup> 23	21 <sup>m</sup> 34	21 <sup>m</sup> 44	21 <sup>m</sup> 55	21 <sup>m</sup> 65
16h	δ Sco	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 01	20 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 78	21 <sup>m</sup> 03	21 <sup>m</sup> 24	21 <sup>m</sup> 34	21 <sup>m</sup> 45	21 <sup>m</sup> 55	21 <sup>m</sup> 66
16h 30min	α Sco	19 <sup>m</sup> 51	20 <sup>m</sup> 02	20 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 80	21 <sup>m</sup> 06	21 <sup>m</sup> 27	21 <sup>m</sup> 38	21 <sup>m</sup> 49	21 <sup>m</sup> 59	21 <sup>m</sup> 70
17h	–	19 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 03	20 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 81	21 <sup>m</sup> 08	21 <sup>m</sup> 29	21 <sup>m</sup> 40	21 <sup>m</sup> 51	21 <sup>m</sup> 62	21 <sup>m</sup> 74
17h 30min	ν Sco	19 <sup>m</sup> 52	20 <sup>m</sup> 04	20 <sup>m</sup> 56	20 <sup>m</sup> 82	21 <sup>m</sup> 09	21 <sup>m</sup> 31	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 53	21 <sup>m</sup> 65	21 <sup>m</sup> 76
18h	M 8	19 <sup>m</sup> 53	20 <sup>m</sup> 05	20 <sup>m</sup> 58	20 <sup>m</sup> 85	21 <sup>m</sup> 13	21 <sup>m</sup> 36	21 <sup>m</sup> 48	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 72	21 <sup>m</sup> 84
18h 30min	λ Sgr	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 06	20 <sup>m</sup> 60	20 <sup>m</sup> 88	21 <sup>m</sup> 16	21 <sup>m</sup> 40	21 <sup>m</sup> 52	21 <sup>m</sup> 64	21 <sup>m</sup> 77	21 <sup>m</sup> 90
19h	ζ Sgr	19 <sup>m</sup> 54	20 <sup>m</sup> 07	20 <sup>m</sup> 61	20 <sup>m</sup> 89	21 <sup>m</sup> 18	21 <sup>m</sup> 42	21 <sup>m</sup> 54	21 <sup>m</sup> 66	21 <sup>m</sup> 79	21 <sup>m</sup> 93
19h 30min	–	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 62	20 <sup>m</sup> 91	21 <sup>m</sup> 20	21 <sup>m</sup> 45	21 <sup>m</sup> 58	21 <sup>m</sup> 71	21 <sup>m</sup> 85	21 <sup>m</sup> 98
20h	α Aql	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 63	20 <sup>m</sup> 92	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 47	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 73	21 <sup>m</sup> 87	22 <sup>m</sup> 01
20h 30min	–	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 63	20 <sup>m</sup> 92	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 47	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 73	21 <sup>m</sup> 87	22 <sup>m</sup> 01
21h	–	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 63	20 <sup>m</sup> 92	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 47	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 73	21 <sup>m</sup> 87	22 <sup>m</sup> 01
21h 30min	β Aqr	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 64	20 <sup>m</sup> 92	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 48	21 <sup>m</sup> 61	21 <sup>m</sup> 74	21 <sup>m</sup> 88	22 <sup>m</sup> 02
22h	α Aqr	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 64	20 <sup>m</sup> 93	21 <sup>m</sup> 23	21 <sup>m</sup> 48	21 <sup>m</sup> 61	21 <sup>m</sup> 75	21 <sup>m</sup> 89	22 <sup>m</sup> 03
22h 30min	ζ Aqr	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 64	20 <sup>m</sup> 93	21 <sup>m</sup> 23	21 <sup>m</sup> 48	21 <sup>m</sup> 61	21 <sup>m</sup> 74	21 <sup>m</sup> 88	22 <sup>m</sup> 03
23h	α PsA	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 63	20 <sup>m</sup> 92	21 <sup>m</sup> 22	21 <sup>m</sup> 47	21 <sup>m</sup> 60	21 <sup>m</sup> 74	21 <sup>m</sup> 87	22 <sup>m</sup> 02
23h 30min	–	19 <sup>m</sup> 55	20 <sup>m</sup> 08	20 <sup>m</sup> 63	20 <sup>m</sup> 91	21 <sup>m</sup> 21	21 <sup>m</sup> 46	21 <sup>m</sup> 59	21 <sup>m</sup> 72	21 <sup>m</sup> 86	22 <sup>m</sup> 00

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

500, der die spektrale Empfindlichkeit auf den Bereich zwischen 400nm und 600nm begrenzt. Die Messzeit beträgt typischerweise etwa 0,5s bis 3s. Die Helligkeit wird auf 0<sup>m</sup>01 pro Quadratbogensekunde genau angezeigt.

Das mit einer 9V-Batterie betriebene Gerät ist in zwei verschiedenen Ausführungen erhältlich: Die Empfindlichkeit des Standardmodell ist bei etwa 40° Abstand vom Zentrum des Aufnahmekegels auf 50% der Maximalempfindlichkeit abgesunken (Half Width Half Maximum, HWHM). Beim Modell SQM-L ist dies bereits bei 10° der Fall, was mit einer Linse über dem Sensor erreicht wird. Neu auf dem Markt ist außerdem ein Modell LE, das per Ethernet-Kabel an einen PC angeschlossen werden kann und Dauermessungen durchführt. Die Preise liegen bei 99€ für das Standardmodell, 129€ für das Modell mit Linse und 249€ für das PC-Modell.

### Messen statt Schätzen

Die Messwerte sind direkt für zahlreiche astronomische Anwendungen verwendbar:

1. Beobachtungsbedingungen lassen sich objektiv weltweit vergleichen – sofern bei der Messung eine bestimmte Vorgehensweise eingehalten wird (s. Kästen »Richtig messen«). Man kann klare Aussagen darüber treffen, wie gut ein Standort ist. Messreihen über die Veränderungen in einer Nacht (Abb. 3) aber auch in einem Jahr oder über längere Zeiträume sind möglich, beispielsweise um den Einfluss des Airglows nachzuweisen oder die zunehmende Lichtverschmutzung zu erfassen. Ebenso lassen sich Messreihen mit steigendem Abstand zu großen Städten oder mit der Höhe über dem Meeresspiegel durchführen und Lichtverschmutzungskarten aus tatsächlichen Messwerten erstellen.
2. Die Sichtbarkeitswahrscheinlichkeit astronomischer Objekte lässt sich direkt ermitteln. Durch Kenntnis der Helligkeit des Himmelshintergrunds lässt sich der Kontrast eines Objekts mit bekannter Flächenhelligkeit berechnen. Damit sind klare Aussagen über die Sichtbarkeit mit beliebigen Teleskop-Okular-Kombinationen möglich, wie sie beispielsweise das Programm Eye & Telescope bietet.
3. Auch die Astrofotografie profitiert. Die Belichtungszeit lässt sich anhand der

Helligkeit des Himmelshintergrunds exakt berechnen. Quantitative Aussagen über die erreichbaren Belichtungszeiten und damit Grenzgrößen an verschiedenen Standorten sind möglich – wenn bereits Messungen anderer Sternfreunde vorliegen, lassen sich diese schon von zu Hause aus genau bestimmen.

### Problem Messkegel

Das Sky Quality Meter funktioniert perfekt – an Standorten mit einem mathematischen Horizont. In der Praxis führen jedoch Berge, Bäume und Gebäude dazu, dass die Horizontlinie eine unregelmäßige Kontur aufweist. Der sehr große Aufnahmekegel (>80°) mit nicht-linearem

## Fotografische Messung der Himmelshelligkeit

Himmelsfotografen haben die Qualität des Himmels schon seit jeher mit den Belichtungszeiten eingeschätzt, welche an einem Abend und einem Standort möglich waren, ohne dass die Verschleierung des Hintergrundes Bildinformationen überdeckt. In den Zeiten der chemischen Fotografie waren diese Zahlenwerte streng an ein Aufnahmematerial gekoppelt. Ursache für die Nicht-Übertrag-

barkeit ist der Schwarzschildeffekt: Dieselbe Lichtmenge (Beleuchtungsstärke mal Zeit) ruft eine viel schwächere Reaktion im Filmmaterial hervor, wenn schwaches Licht über viele Minuten oder Stunden verteilt einfällt. Gleiche Lichtmengen ergeben dann keine identische Bildhelligkeit, wie dies in der Alltagsfotografie gilt.

CCD-Kameras kennen diesen Effekt nicht. Die Lichtmengen werden tatsächlich addiert. Aus diesem Grund kann man aus der Hintergrundhelligkeit eines Bildes direkt auf die Himmelsqualität schließen, wenn die Aufnahmedaten bekannt sind. Natürlich setzt dies voraus, dass der Hintergrund überhaupt eine Deckung aufweist, was aber bei den meisten Himmelsaufnahmen der Fall ist. Die Hintergrundhelligkeit zeigt sich als Maximum im Histogramm, welches im Kameradisplays angezeigt werden kann.

#### Vorgehensweise:

- Die Kamera wird auf 1600 ASA gestellt.
- Am Objektiv wird Blende 4 gewählt.
- Es wird eine Belichtungszeit von 30s benutzt. Wenn das Maximum im Histogramm nahe am linken oder rechten Rand liegt, sollte eine längere oder kürzere Belichtungszeit benutzt werden. Diese Belichtungszeit  $t$  wird notiert.
- Der Helligkeitswert  $H$  in Prozent wird aus dem Histogramm abgelesen (geschätzt). Die Mitte sind 50%, der (unbenutzbare) rechte Rand 100%. Die Hintergrundhelligkeit bestimmt sich zu

$$Q \text{ in } \text{m}^2/\square = 13,93 + 2,5 \log(t \text{ in Sekunden} \times 100\% / H)$$

Beispiel:  $t=30\text{s}$ ,  $H=20\%$

$$\begin{aligned} Q &= 13,93 + 2,5 \log(30 \times 100\% / 20\%) \\ &= 13,93 + 2,5 \log(150) \\ &= 13,93 + 5,44 \\ &= 19,37/\square \end{aligned}$$

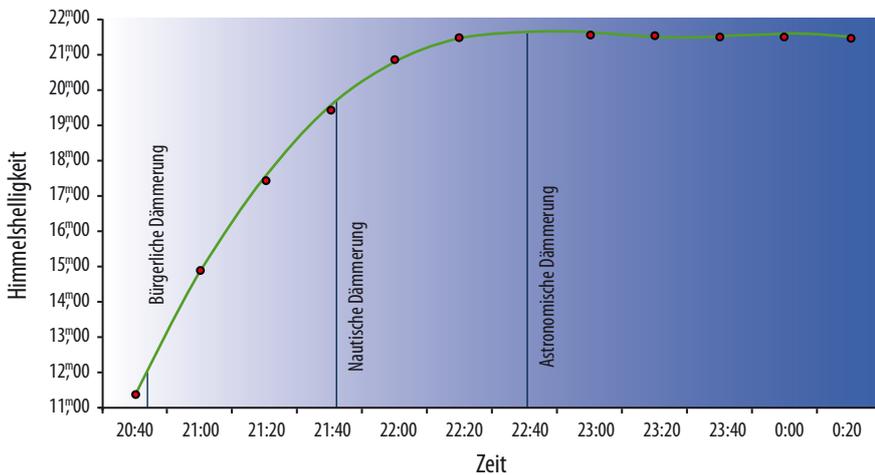
Es kann auch mit abweichenden Blenden oder ASA-Werten gearbeitet werden, dann muss die wirklich benutzte Zeit auf die obigen Bedingungen umgerechnet werden, ehe sie in die Rechnung eingeht.

■ Uwe Pilz



### Surftipp

Herstellerseite: [www.unihedron.com](http://www.unihedron.com)



**Abb. 3: Die Helligkeit des Himmels** während der Dämmerung am 14.7.2007. Mit drei Sky Quality Meter-Geräten wurde alle 20 Minuten gemessen, Standort war die Bieler Höhe auf 2000m ü. NN, Österreich.

Abfall erschwert deshalb die Messungen: Hindernisse, auch wenn sie dunkel sind (Bäume), helle Einzelobjekte (Mond, Planeten, Flugzeuge) und auch Streulicht am Horizont verfälschen die Messwerte. Das Ergebnis sind zu niedrige oder zu hohe Werte, die nicht die tatsächliche Helligkeit des Himmelshintergrunds wiedergeben.

Andreas Hänel von der Fachgruppe Dark Sky fand heraus, dass das Standardmodell des SQM immer noch 1% der Maximalempfindlichkeit bei einem Messwinkel von 140° besitzt: Nur wenn man das Gerät in den Zenit richtet, sind Einflüsse des Horizonts zu vermeiden. Nahe Hindernisse müssen vermieden werden!

Der Hersteller hat dieses Problem erkannt und bietet seit 2008 ein Modell mit einem auf 20° (10° HWHM) verkleinertem Messkegel (SQM-L) an. Die 1%-Schwelle wird hier bei einem Off-Axis-Winkel von 40° erreicht. Dadurch wird der Horizont ausgeblendet – aber auch die dort vor allem sichtbare Lichtverschmutzung! Das SQM-L misst deshalb bis 0,3 schwächere Werte, je nach Stärke der Lichtverschmutzung. Messungen mit beiden Geräten sind deshalb nicht direkt vergleichbar!

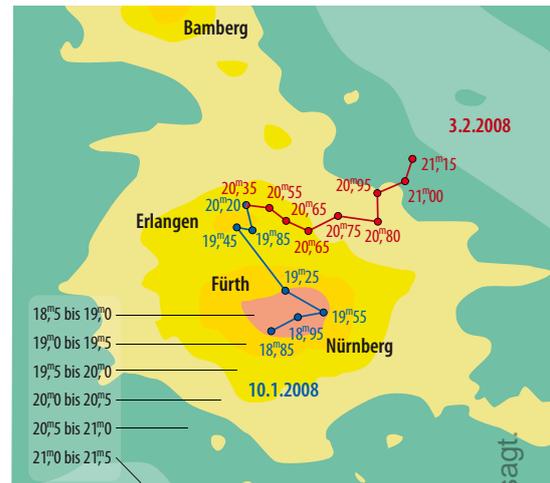
**Problem Milchstraße**

Eine weitere Fehlerquelle kann sich in die SQM-Werte einschleichen – eine himmlische! Denn nicht nur der Mond verfälscht das SQM-Ergebnis (deshalb nie bei Mondlicht messen, vgl. Kasten »Richtig messen«), sondern auch das Band der Milchstraße. Hier ist der Effekt umso größer, je dunkler

der Himmel ist. Bei einem Stadthimmel von 19,5/□" macht sich die Milchstraße kaum bemerkbar, unter Alpenhimmel beträgt der Unterschied jedoch bis zu 0,4/□": Statt der gemessenen 21,6/□" mit Milchstraße liegt die Helligkeit des Hintergrunds eigentlich bei 22,0! Für die Berechnung der Sichtbarkeit von Deep-Sky-Objekten oder die Abschätzung von Belichtungszeiten bedeutet dies einen erheblichen Fehler.

Eine Korrektur des Milchstraßenanteils ist also immer erforderlich. Dieser Wert schwankt stark, je nachdem wie die Milchstraße am Himmel steht – in Abhängigkeit von Datum und Uhrzeit sowie der geographischen Breite. Diese Informationen gehören deshalb zwingend zu einer SQM-Messung dazu!

Für mitteleuropäische Standorte kann man den Einfluss der geographischen Breite vernachlässigen. Entscheidend ist aber die Position der Milchstraße am Himmel. Diese kann man anhand der Sternzeit, also dem Rektaszensionswert, der sich gerade im Meridian befindet, gut abschätzen. Die Sternzeit lässt sich mit einer Drehbaren Sternkarte oder mithilfe von Kolorsternen, die zur passenden Sternzeit ebenfalls im Meridian stehen, schnell bestimmen. Tab. 1 nennt die tatsächlichen Werte für die Helligkeit des Himmelshintergrunds, die man statt der gemessenen Werte verwenden muss. Diese Werte gelten für 48° Breite (Alpenraum); die Tabelle gibt geeignete Kolorsterne an, deren Stand im Meridian die jeweilig geltende Sternzeit abschätzen lässt. Beobachter in Norddeutschland sollten berücksichtigen, dass zwischen Mai und Juli



**Abb. 4: Ein Profil der Himmelshelligkeiten** in der Umgebung von Nürnberg, erstellt zu zwei verschiedenen Daten. Zugrunde liegt die Lichtverschmutzungskarte von Cinzano [in 6].

die Weißen Nächte die Milchstraßenwerte verfälschen!

**Fazit**

Mithilfe des Sky Quality Meters sind erstmals verlässliche und vergleichbare Aussagen über Beobachtungsbedingungen möglich. Die für solche Zwecke eigentlich ungeeignete Grenzgröße wird als Bestimmungsmethode abgelöst.

Die steigende weltweite Verbreitung des SQM ermöglicht globale Vergleiche, es entstehen bereits Datenbanken von Messwerten im Internet. Die Funktionalität trüben etwas die Fehlerquellen durch den großen Aufnahmekegel und den Milchstraßeneinfluss – der auf jeden Fall korrigiert werden muss. Das SQM revolutioniert dennoch die Amateurastronomie und kann jedem aktiven Sternfreund nur dringend empfohlen werden. Da weitaus mehr Erfahrungen vorliegen, sollte das Standardmodell vorgezogen werden.

- [1] Stoyan, R.: Vergrößerung und Grenzgröße im Teleskop – Fallbeispiel M 13, interstellarum 18, 14 (2001)
- [2] Güths, T.: Die modifizierte Bortle-Skala, interstellarum 43, 34 (2006)
- [3] Bortle, J. E.: Introducing the Bortle Dark-Sky Scale. Sky & Telescope 101 Nr. 2, 126 (2001)
- [4] Juchert, M.: Deep-Sky mit 1x Vergrößerung, Möglichkeiten und Objekte für die freijügige Beobachtung, interstellarum 25, 40 (2002)
- [5] Stoyan, R.: interstellarum-Grenzgrößenaktion am ITV, interstellarum 35, 6 (2006)
- [6] Stoyan, R.: Globaler Grauschleier – Ein Weltatlas der Lichtverschmutzung, interstellarum 23, 30 (2002)

Die Geräte wurden zur Verfügung gestellt von Intercon Spacetec, Augsburg.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# Das Kufen-Teleskop

## Ein äquatorial montierter Newton in Dobson-Leichtbauweise

VON ECKHARD ZUEGGE

Die wenigsten Amateurastronomen können eine Sternwarte im Garten ihr Eigen nennen. Viele fahren weite Strecken, um unter dunklem Himmel zu beobachten. Auch im Urlaub möchte man ein Teleskop nicht missen, insbesondere, wenn man in Gegenden mit exzellentem Himmel reist. Ein Reiseteskoskop in Anlehnung an das Dobson-Prinzip, optimiert im Hinblick auf Gewicht und einfaches Handling, sowie auf optimale Anpassungsmöglichkeiten und Robustheit kann die Lösung sein.

**Abb. 1: Der fertige Dobson in Leichtbauweise.** Die 10,6"-Optik (f/5,5) wird auf einer trickreichen Konstruktion mit zwei Kufen geführt. Diese sind mit Magneten rollbar auf einer äquatorialen Nachführplattform gelagert.



**S**pätestens beim Auspolieren des neuen Hauptspiegels beginnt man, sich Gedanken über Aufbau und Montierung zu machen. Die verschiedensten Möglichkeiten wurden durchprobiert und gebaut: Zunächst große, schwere Konstruktionen, die nach und nach immer leichter wurden. Nach einem Jahr Tüftlei war das vorläufige Endergebnis fertig (Abb. 1).

### Der Tubus

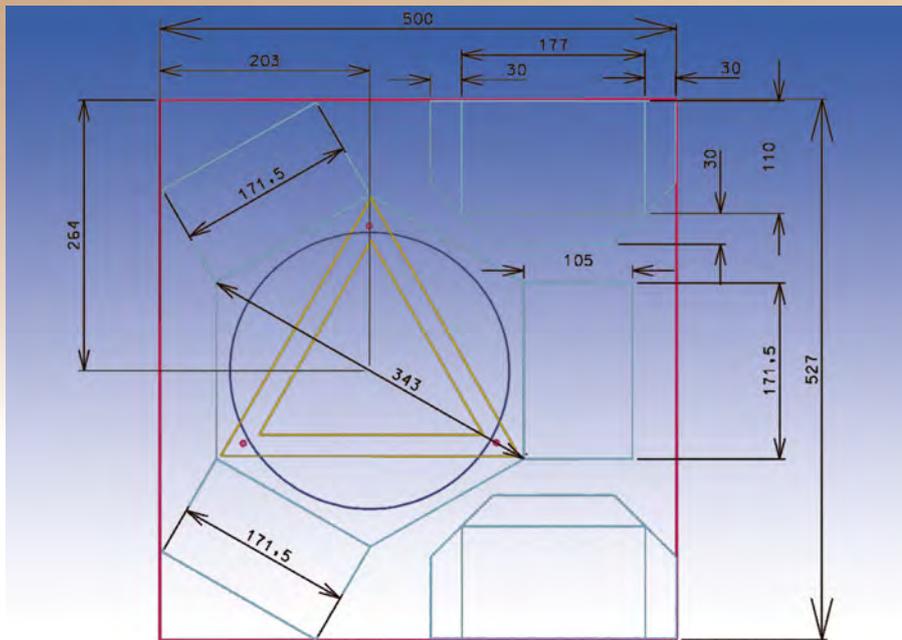
Ursprünglich war ein Dobson-Teleskop im klassischen Sinn mit Volltubus, Rockerbox und Standfuß geplant. Von diesem Konzept wurde nach und nach Abstand genommen, denn ein Volltubus ist

sperrig, schlecht zu transportieren und zu schwer. Ein Gitterrohr-Dobson bringt zwar die gewünschte Gewichtsersparnis, der Auf- und Abbau ist aber zeitraubend. Außerdem muss der untere Teil des Teleskops größer gewählt werden, damit quer laufende Rohre nicht in den Strahlengang ragen. Durch die allen Konstruktionen gemeinsame fixe Tubuslänge sind zusätzliche Maßnahmen notwendig, wenn Kameras angebaut werden sollen oder ein geänderter Okularauszug zum Einsatz kommt.

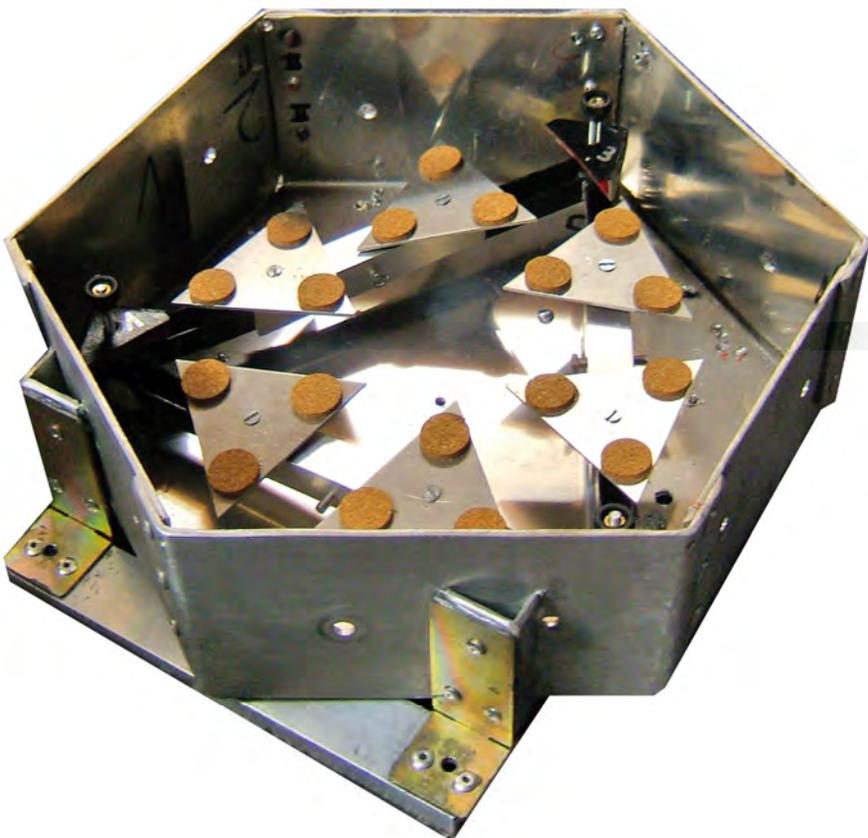
Um möglichst wenig Raum zu verschenken wurde daher für den Tubus ein prismatischer, sechseckiger Zylinder gewählt. Ein prismatischer Tubus kann sehr einfach hergestellt werden. Seine Stabilität

bleibt auch dann erhalten, wenn nur drei der sechs Ecken als Stützen ausgebildet sind. Fixiert sind die Stützen in der »Spiegelbox«, wo sie mit den Seitenwänden verschraubt sind. Der Bau wird dadurch sehr einfach. Die aus 3mm-Aluminiumblech ausgeschnittenen Teile wurden in einer Werkstatt abgekantet, dann zusammengesetzt und vernietet. Der Spiegel wird vom Boxboden aus justiert.

Mit aufgesetztem Ring für den Okularauszug bleibt der komplette Tubus verwindungssteif, kann sogar an einer der Streben getragen werden, ohne Dejustierungen befürchten zu müssen. Selbst wenn eine Strebe verkantet wird, bleibt die Gesamtstruktur erhalten. Ursache dafür ist der Knick, der die Stützbleche zu einer



**Abb. 2: Aufriss des prismatischen Zylinders**, der die Spiegelzelle aufnimmt. Rot: Aluminium-Platte, gelb: Spiegelzelle, blau: Spiegel, hellblau: Ausschnitte. Ein Ausschnitt muss gesondert hergestellt werden, oder man nimmt ein größeres Blech, das allerdings deutlich teurer ist.



**Abb. 3: Die fertige Spiegelbox.** Gut zu erkennen ist die Spiegelzelle mit der Lagerung für den Spiegel.

Rinne formt. Druck auf eine der Flächen führt zu einer Verdrehung des Blechs um den Knick herum. Abstand und Lage der Aufbauten bleiben jedoch weiterhin unverändert.

Für die Schraubverbindungen wurden Einschlagmuttern aus dem Holzhandel verwendet. Sie dienen nicht nur als Mutter für die Verbindung der Streben mit der Spiegelbox und Okularauszug, sondern

auch als Führung für die Vormontage. Hier haben sie eine ähnliche Funktion wie ein Dübel. Es ist sinnvoll, Löcher für die Krallen vorzubohren und sie dann einzupressen. Durch den großen Hut der Einschlagmuttern ist eine optimale Kraftübertragung der Verschraubungen auf die Alu-Konstruktion und damit eine sichere Fixierung der Anbauteile gewährleistet.

Der obere Teil des Teleskops ist in herkömmlicher Bauart hergestellt. Zum Einsatz kommt ein Alu-Rohr mit 25mm  $\times$  15mm Kantenlänge, das mithilfe von Holzformteilen zu einem Kreis gebogen wurde. Daran angelötet befindet sich die Aufnahme für den Okularauszug. Der Ring liegt gefedert auf den Auszügen von Billigstativ-Beinen, die mit den Tubusblechen vernietet sind. Durch die konsequente Dreipunkt-Lagerung ist Spiel ausgeschlossen (Abb. 4).

Mit den Stützen ist es sehr einfach möglich, die unterschiedlichsten Okulare, Kameras etc. anzubauen. Die Beine werden einfach soweit ausgezogen, bis sich die gewünschte Abbildung ergibt und in jeweils gleichem Abstand vom Hauptspiegel verriegelt. Dafür sind auf den Auszügen der Beine Bandmaß-Abschnitte in jeweils gleichem Abstand vom Teleskopboden aufgeklebt. So kann der Okularring Millimetergenau justiert und fixiert werden. Selbstverständlich muss nach einer solchen Korrektur kollimiert werden.

### Tubusführung durch Kufen

Ursprünglich war das Teleskop auf einer Rockerbox à la Dobson montiert, wodurch sich das Hauptgewicht der Konstruktion auf die Rockerbox verteilte und sie zu schwer und unhandlich wurde. Für einen Reisedobson ist dies eine nicht zufriedenstellende Situation. Außerdem sollte das Teleskop mit einer äquatorialen Plattform eine Einheit bilden, wodurch weiteres Gewicht eingespart werden kann.

Der Teleskopschwerpunkt sollte sich 450mm über dem Teleskopboden befinden. Es musste also ein Bereich mit einem Radius von 450mm zum Schwenken des Teleskops frei bleiben. Wenn auf die Rockerbox verzichtet werden sollte, dann musste die vertikale Schwenkbarkeit mit Rohren, die zu einem Kreisbogen mit entsprechendem Radius gebogen wurden, sichergestellt werden, wie dies u.a. von Lowrider-Dobsons bekannt ist.

Dazu wurden 25mm Alurohre mit einer Länge von 120cm verwendet. Der Radius des Rohrbogens beträgt 500mm. Durch diese Maßnahme liegt der Schwerpunkt

des Teleskops immer innerhalb des Rohrbogenzentrums (mechanisch stabile Lage). Ein Herauskippen des Teleskops aus den Führungen ist damit auch bei schweren Anbauten ausgeschlossen.

Die Rohre sind am Teleskopboden so in einem Gelenk befestigt, dass sie nur in Kipprichtung des Teleskops geschwenkt werden können. Durch die Schwenkbarkeit der Kufen kann auch mit einem knapperen Aufbau jeder Punkt am Himmel erreicht werden. Um den parallelen Lauf der Kufen zu gewährleisten, werden sie am gegenüberliegenden Ende des Spiegelkastens über ein U-Profil geführt und an den Rohrenden durch ein Alu-Profil fixiert (Abb. 5). Die Auflager am Gehäuse wurden mit einem neuartigen Alu-Lot angelötet (AL85 Plus). Hartlöten von Aluminium mit diesem Material ist so einfach wie das Verlöten von Kupfer oder Messing und sieht obendrein hervorragend aus.

Die Kufen müssen gegen den Tubus stabilisiert werden, d.h. die Rohre mit dem Teleskop in starrer Verbindung stehen. Erreicht wird das durch eine Hilfstraverse, die zwei der drei Stützen des Tubus mit den Kufen so verbindet, dass eine kraft- und formschlüssige Verbindung entsteht. Die Traverse selbst ist drehbar an den Tubusblechen angeschraubt. Die Verbindungsstreben bestehen aus Billig-Stativbeinen mit Klemmvorrichtung zur Justierung des Kufenabstands (Abb. 6).

Die Stativbeine bilden ein Dreieck mit der Hilfstraverse und den Kufenenden.

**Abb. 4: Befestigung der Stützbleche am Ring** für den Okularauszug. Sowohl Ring als auch das Auszugsblech sind verlötet.



Sie sind mit Zahnrädern (Conrad) so angebracht, dass die Kufen automatisch gegenüber dem Tubus zentriert sind. Über die Auszugslänge legt man die Kufen an die Kufenrollen der äquatorialen Plattform an. Wenn die Kufen fast vollständig abgeklappt sind, ist der Zenit erreichbar.

### Äquatoriale Plattform

Die Plattform hat die Aufgabe, den Tubus stabil zu tragen und ihn der Himmelsbewegung nachzuführen. Anders als die bekannten Konstruktionen wurde sie ausschließlich für dieses Teleskop gebaut und mit Rücksicht auf die Transportierbarkeit bewusst sehr klein gehalten. Alle Bauteile kommen aus dem Metallhandel bzw. Baumarkt, einige sogar aus dem Müll.

Durch die dezentralen Schwerpunkte von Tubus und Kufen neigt die Konstruktion dazu, sich selbst auszutarieren, d.h., das Teleskop neigt dazu, sich horizontal zu stellen. Unterstützt wird dies durch die sehr leichtgängigen Kufenrollen. Um diesen Vorteil nicht zu verlieren und die sehr leichte Positionierbarkeit des Teleskops zu erhalten, wurden jeweils vier passende Stahlkugeln in die Rohre gefüllt und Supermagnete zwischen die Rollen der Plattform eingeklebt (Abb. 7). Die Supermagnete findet man z.B. in defekten Festplatten, sie sind aber auch für wenig Geld käuflich. Im Zusammenspiel mit den Kugeln üben sie genug Kraft auf die

## Daten des Teleskops

Spiegeldurchmesser: 270 mm  
Brennweite: 1483mm  
Öffnungsverhältnis: f/5,5  
Gewicht: 6kg

## Kosten

Aluminium (Metal2Go bzw. ProKilo): ca. 60€  
Lötmittel, Nieten, Scharniere: ca. 20€  
Sterngriffschrauben zur Montage und Justage: 20€  
Okularauszug (gebraucht): 19€  
Dreibein-Stativ: 9,90€  
Gesamtkosten: ca. 200€

Kufen aus, um auch schwere Aufbauten zu halten.

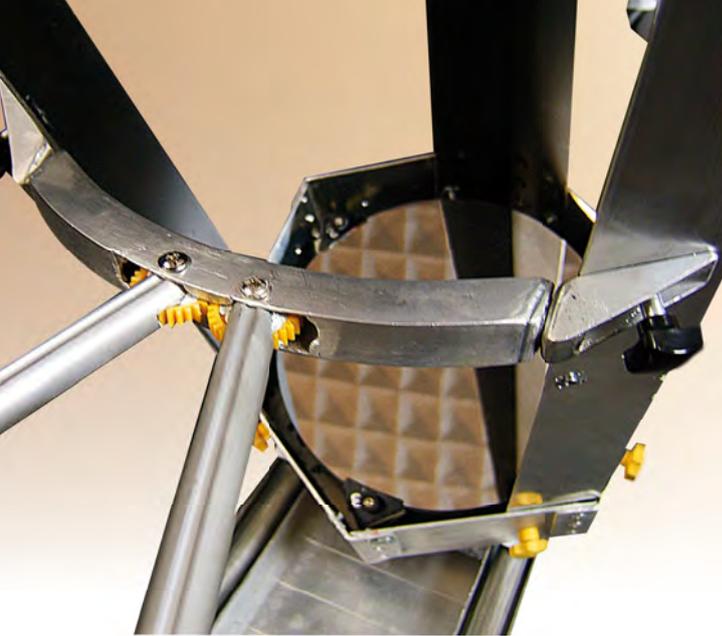
Die Haltekraft lässt sich über die Anzahl der Kugeln regeln. Mit fünf Kugeln könnte man das gesamte Teleskop auch von der Decke hängend benutzen. Es ist empfehlenswert, die Kugeln vor dem Einsetzen in die Rohre zu fetten, um einen geräuscharmen Lauf zu ermöglichen.

Auch für die horizontale Drehbarkeit werden Magnete verwendet. Die Haltekraft

**Abb. 5: Führung der Kufen** am vorderen Box-Ende. Die U-Profile können vor- und zurückgestellt werden, um unterschiedliche Kufenpositionen zu unterstützen.



Mein Dank gilt Detlef Schmal, der die Kufen und Auflager gefertigt hat, dem Team von Metal2go, Düsseldorf, den Mitarbeitern der Zentralwerkstatt der Universität Düsseldorf, und meiner Ehefrau für ihre Geduld.



**Abb. 6: Die Traverse mit den Stativbeinen** zur stabilen Verbindung der Kufen mit dem Tubus. Gut zu erkennen sind die Zahnräder.

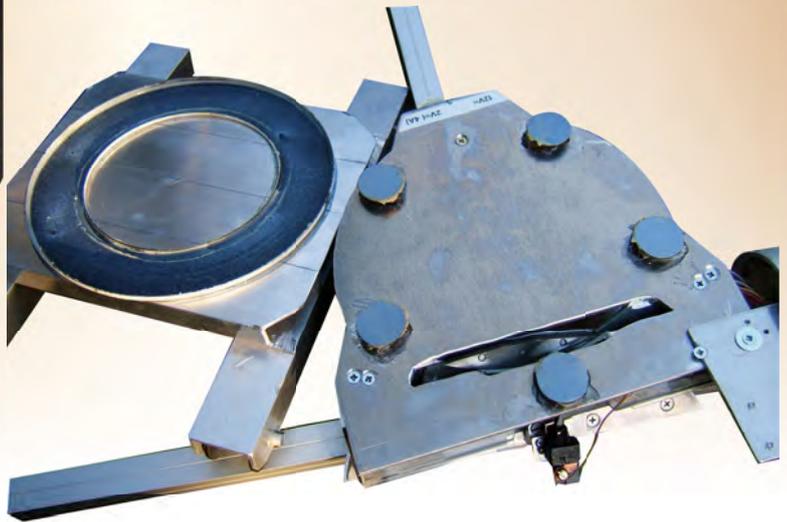
dieser Teile hat mich in jeder Beziehung überzeugt (Abb. 8). Unter Teflon-Scheiben befinden sich Supermagnete, aufgeklebt auf ein 5mm starkes Alu-Blech, die die Drehplatte für die Kufen halten. Bei der Drehplatte handelt es sich um eine emaillierte Ofenrohr-Rosette aus dem Baumarkt. Sie läuft hervorragend auf dem Teflon und hat inzwischen auch Temperaturen von  $-7^{\circ}\text{C}$  überstanden, ohne zu klemmen. Obwohl aus Teflon, reicht die Gleitfähigkeit der Scheiben jedoch alleine nicht aus, sie müssen zusätzlich geschmiert werden.

### Nachführung der Plattform

Mit anderen Teilen aus dem Müll (einer Geographie-Messanlage für kleine Winkel, die über ein sehr gutes Schneckenrad-Getriebe verfügt), einem Steppermotor aus einem 5 1/4"-Disketten-Laufwerk und einigen Zahnrädern aus einem Farbdrucker ist die Nachführung der äquatorialen Plattform aufgebaut.

Ihr Aufbau ist auf das Schneckenradgetriebe ausgelegt, weil es die Nachführungsgeschwindigkeit bestimmt. Ein direkter

**Abb. 7: Prinzip der Stabilisierung** der Kufen mithilfe von Magneten.



**Abb. 8: Magnetlagerung des Teleskops** auf der äquatorialen Plattform. Unter den bläulichen Teflon-Scheiben befinden sich die Magnete. Links die emaillierte Ofenrohr-Rosette, die zusammen mit den Magneten eine schlupffreie Drehung des Teleskops ermöglicht.

Anschluss des Schrittmotors an das Schneckenrad war nicht möglich, weil sich daraus ein Schritttakt von etwa 3Hz ergeben hätte. Die gesamte Konstruktion wäre in Schwingung geraten. Deshalb wird das Schneckenrad jetzt über ein Getriebe mit etwa 24Hz angetrieben. Die Elektronik dazu befindet sich innerhalb der Plattform.

Die Geschwindigkeit des Motors ist per Fernsteuerung in Betrag und Richtung frei einstellbar, was die Zentrierung von Objekten sehr erleichtert. Der Grundtakt für den Schrittmotor ist so gewählt, dass die Plattform beim Start das aufgebaute Teleskop korrekt nachführt. Die maximale Nachführzeit der Plattform liegt bei etwa 37 Minuten. Auf 30 Minuten zurückgenommen und mit einem automatischen Rücklauf in 10-facher Geschwindigkeit versehen, führt sie gut nach. Als Stromversorgung dient ein kleiner 12V-Bleiakku oder ein handelsübliches Notebook-Netzteil.

### Fazit

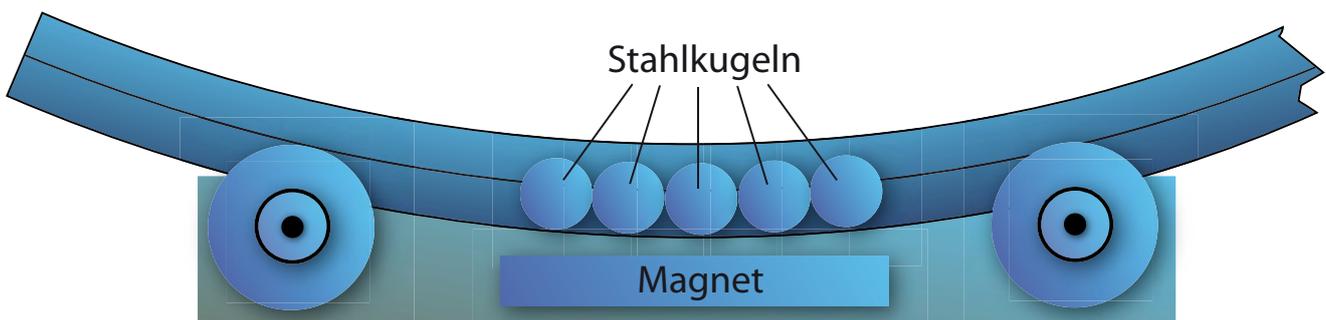
Durch die Kufen konnte der gesamte Aufbau der Rockerbox eingespart werden. Das Gesamtgewicht des Teleskops liegt da-

her je nach Anbau bei 5kg–6kg und ist butterweich zu verstellen. Das »Transportgewicht« beläuft sich zurzeit auf 11,2kg. Alles zusammen findet in einer Zweikammer-Angeltasche von 1,50m Länge Platz und kann wie ein Rucksack getragen werden.

Die Ausschwingzeit des Teleskops liegt bei etwa 1s (200x). Es ist also nicht für Langzeitaufnahmen an exponierten und windigen Beobachtungsorten geeignet. Leichter Wind stellt aber kein Problem dar.

Anders sieht es mit dem Einnorden des Teleskops aus: Da es keine eindeutige Zuordnung der optischen Achse mit der äquatorialen Plattform mehr gibt (die Kufen sind verstellbar), ist die Einnordung am Polarstern nicht mehr eindeutig. Eine Grobjustierung erfolgt beim Aufbau der Plattform, indem man per Kompass einnordet. Die Feinjustierung erfolgt dann über Sternbeobachtungen im Osten und Süden bei laufender Nachführung.

Aufgebaut ist das komplette Teleskop innerhalb von 20 Minuten. Für die Kollimation verwende ich ein Cheshire-Justierokular. Wenn keine Einstellungen seit der letzten Beobachtung verändert wurden, kann man nach etwa 30 Minuten die ersten Fotos machen.



## Was bewirken Weichzeichner-Filter in der Astrofotografie?

Im ersten Moment klingt es absurd, für Aufnahmen des Sternhimmels an den Einsatz eines Weichzeichner-Filters zu denken. Schließlich bemüht sich jeder Astrofotograf darum, besonders scharf zeichnende Objektive einzusetzen. Warum sollte man die Schärfelistung seiner Optik nun mit einem Filter reduzieren, der primär für die Portraitfotografie vorgesehen ist?

Die Antwort liegt in den speziellen Eigenschaften der digitalen Bildaufzeichnung begründet. Namentlich bei Fotos, die mit sehr kurzer Brennweite entstehen, führt die Digitalfotografie zu Ergebnissen, die sehr stark vom visuellen Eindruck des Nachthimmels abweichen. Dazu tragen zwei Phänomene bei:

1. Die Darstellung der Sternfarben gelingt nicht oder nur unbefriedigend.
2. Verschieden helle Sterne hinterlassen auf dem Foto fast den gleichen Helligkeitseindruck, so dass selbst allseits bekannte Sternbilder nur noch schwer identifizierbar sind.

Abbildung 1 (links) zeigt einen Bildausschnitt einer Aufnahme, die mit einer digitalen Spiegelreflexkamera und einem 35mm-Objektiv aufgenommen wurde, wobei kein Weichzeichner im Einsatz war. Bei ISO 1000 und Blende 2 wurde 10s lang ohne Nachführung belichtet. Das abgebildete Sternbild Orion ist erst auf den zweiten Blick erkennbar, weil lichtschwächere Sterne fast ebenso hell erscheinen wie die hellen Sterne, die es formen. Realistische Sternfarben sind keine zu sehen.

Abbildung 1 (rechts) entstand mit exakt den gleichen Aufnahmeparametern, nur dass ein Weichzeichner vor dem Objektiv angebracht wurde. Die Orion-Sternbildfigur sticht sofort ins Auge und auch die unterschiedlichen Sternfarben sind erhalten, gut erkennbar an dem orangen Beteigeuze und dem bläulichen Rigel.

Den Grund für diesen eklatanten Unterschied zwischen beiden Aufnahmen erfahren wir, wenn wir das Helligkeitsprofil von Beteigeuze (Abb. 2, links) betrachten. Es zeigt drei separate Kurven für die Farbkanäle rot, grün und blau. In allen drei Farbkanälen steigen die Flanken des Sterns gleichmäßig an, was bedeutet, dass eine Eigenfarbe des Sterns nicht dargestellt wird. Die Kanäle für rot und grün sind gesättigt (Wert 255), derjenige für blau fast, d.h. auch der Stern selbst bleibt weitgehend farblos.

Der Grund dafür ist tatsächlich die hohe Abbildungsleistung der Optik: Sterne werden so scharf abgebildet, dass nur wenige Pixel des Sensors vom Sternlicht getroffen werden. Diese erhalten eine so große Lichtmenge, dass eine partielle Überbelichtung auftritt, also eine Sättigung, die der Farbe weiß entspricht. Lichtschwächere Sterne nehmen im Laufe der Belichtungszeit den gleichen Zustand an, so dass sie von den helleren Sternen kaum mehr zu unterscheiden sind.

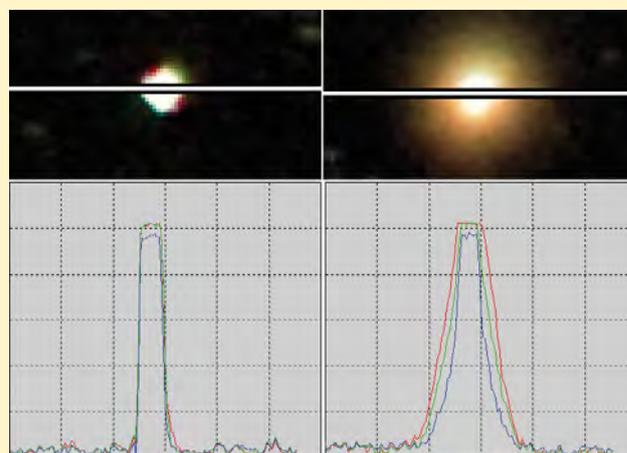
Anders ist die Situation mit dem Weichzeichner (Abb. 2, rechts). Zwar ist im Zentrum des Sterns noch immer eine Sättigung festzustellen, aber der Helligkeitsverlauf an den Flanken entspricht eher demjenigen einer Gauß'schen Glockenkurve. Zudem existiert zwischen den einzelnen Farbkanälen ein deutlich unterschiedlicher Kurvenverlauf, mit der die Eigenfarbe des Sterns zum Vorschein kommt.

Der Weichzeichner-Filter erzeugt nicht etwa eine generellen Unschärfe, sondern ein scharfes Kernbild wird überlagert von einer unscharfen Darstellung: Ein wenig des Sternlichts wird in die benachbarten Pixel in der Sternumgebung gestreut, die ihrerseits nicht in die Sättigung läuft und die Sternfarben zeigt. Helle Sterne werden größer dargestellt als schwache, was durchaus dem visuellen Eindruck entspricht. Allerdings wird die erreichbare Grenzgröße reduziert. Der Effekt kann nicht mit einem Bildverarbeitungsprogramm simuliert werden! In Bildern einmal verlorene Farbinformationen der Sterne können nachträglich nicht mehr rekonstruiert werden.

Nicht alle Weichzeichner führen in der Astrofotografie zu den gewünschten Resultaten. Gute Erfahrungen habe ich mit Filtern von Cokin gesammelt, die es in verschiedenen Stärken gibt. Empfehlen kann ich den P830, mit dem auch die hier gezeigten Beispielaufnahmen entstanden sind.



**Abb. 1:** Digitalfoto des Sternbilds Orion, ohne (links) und mit (rechts) einem Weichzeichner-Filter aufgenommen.



**Abb. 2:** Das Helligkeitsprofil von Beteigeuze ohne (links) und mit (rechts) einem Weichzeichner-Filter.

# Das Herz des Himmels

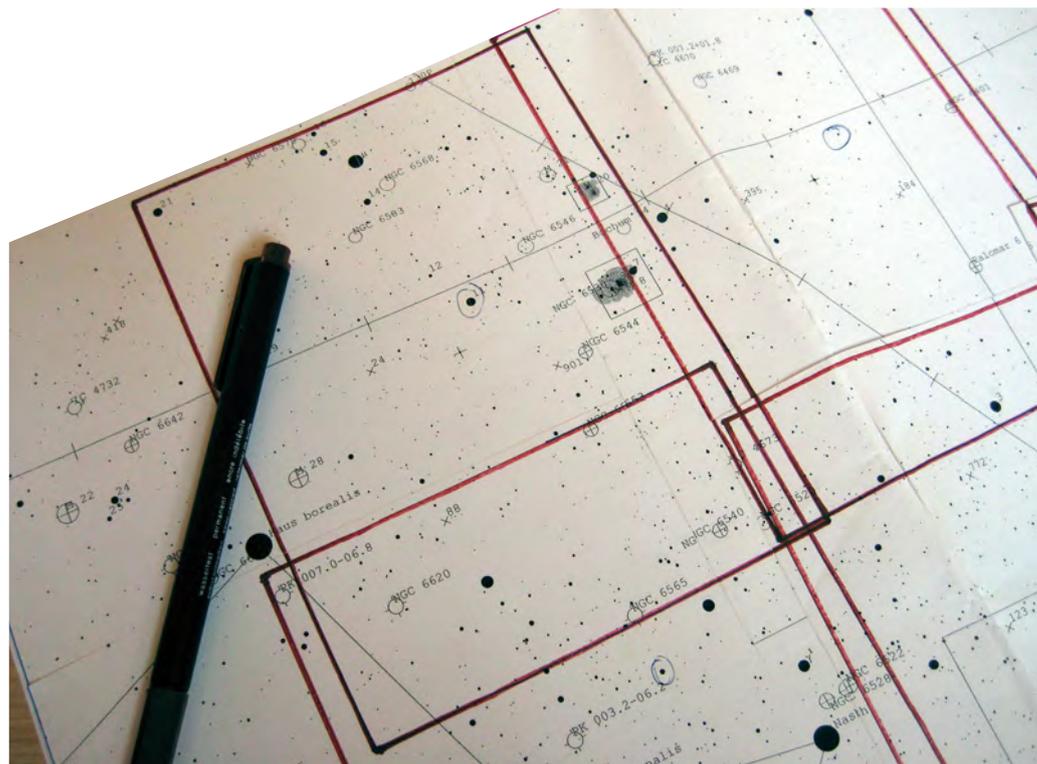
## Ein hochauflösendes Mosaik des Milchstraßenzentrums

VON RAINER MANNOFF

Die Milchstraße im Bereich der Sternbilder Skorpion, Schütze und Schlangenträger gehört zu den spektakulärsten Himmelsregionen überhaupt. Was in unseren Breiten bereits im Horizontdunst versinkt, erreicht bei den Antipoden den Zenit. Eine Aufnahme dieser Himmelsgegend gilt als Standard jeder fotografischen Reise in den Süden. Allerdings bleibt es dabei fast immer bei Übersichtsaufnahmen mit kurzbrennweitigen Fotoobjektiven. Eine Alternative hierzu bildet das Anfertigen einer Mosaikaufnahme. Und dafür muss es nicht immer CCD sein.



◀ **Abb. 1: Bei Tage bietet der Gamsberg** atemberaubende Blicke auf die nördliche Namibwüste. Bei Nacht bietet diese Landschaft in der Umgebung der Hakos-Farm einen unvergesslichen Sternhimmel. Davor eingblendet die Aufnahme- und Nachführoptik auf GP-Montierung und fester Säule.



**Abb. 2: Die für ein Mosaik geplanten Bildausschnitte** sollten im Vorfeld der Reise ermittelt und dokumentiert werden.

## Ausrüstung

Die Größe des geplanten Himmelsabschnitts ergibt sich primär aus der zur Verfügung stehenden Optik sowie der geplanten Anzahl von Aufnahmen. Die Öffnung der Optik sollte jedoch nicht zu klein gewählt werden, da das Auflösungsvermögen für die Darstellung von Details eine erhebliche Rolle spielt. Das eingesetzte Objektiv, ein Pentax 100 SDUF II mit 100mm Öffnung und 400mm Brennweite, bietet bereits eine sehr gute Auflösung und ermöglicht mit einem Öffnungsverhältnis von  $f/4$  kurze Belichtungszeiten – zudem eignet es sich für die Mittelformat-Fotografie.

Eine zeitgemäße CCD-Kamera ist in puncto Quanteneffizienz jeder Filmaufnahme bei weitem überlegen. Was jedoch die Bildauflösung angeht, kann eine Mittelformataufnahme diesen Nachteil noch immer kompensieren. So fiel die Entscheidung, das Mosaik-Projekt mit einer Mittelformatkamera und dem bewährten Astrofilm Kodak E200 anzugehen. Ein in der CCD-Welt unbekanntes Problem, die Planlage des Films, spielt hier eine erhebliche Rolle. Nur wenige Kameras beherrschen diese ohne Filmansaugung oder andere Hilfsmittel. Zu diesen gehört auch die relativ günstige russische »Kiew 60«, und hier am besten die Version mit  $6\text{cm} \times 4,5\text{cm}$ -Bildformat. Bei diesem Modell ist es ratsam, immer eine Ersatzkamera

dabei zu haben; trotzdem fährt man so günstiger als mit dem Kauf einer Kamera von Exakta oder Mamiya.

Als Montierung für diese Ausrüstung empfahl sich das bewährte »Arbeitspferd« Vixen GP mit Motorisierung in beiden Achsen. Die Tragkraft dieser einfachen GP-Montierung ist zwar geringer als beispielsweise die einer GP/DX- oder Sphinx-Montierung, mit knapp 4kg ist sie jedoch auch deutlich leichter und belastet das meist ohnehin bereits kritische Ausrüstungsgewicht nicht noch zusätzlich. Wenn am Urlaubsort eine Säule und ein Gegengewicht zur Verfügung gestellt werden wie auf der Hakos-Farm in Namibia, gibt es keine Sorgen mit Übergepäck am Flughafen.

## Vorbereitungen

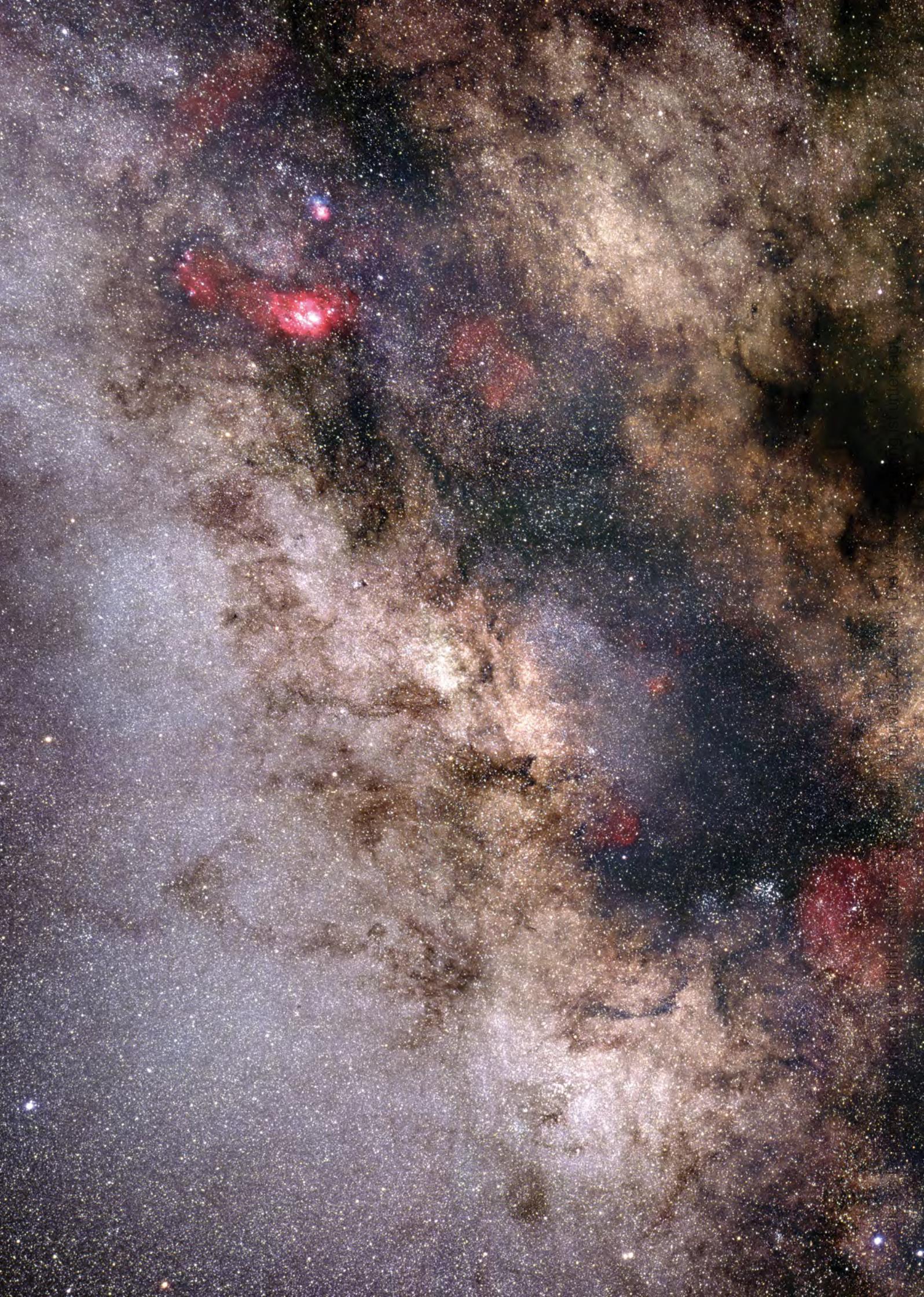
Ein Mosaik des Milchstraßenzentrums von etwa 250 Quadratgrad rund um das galaktische Zentrum, das »Herz des Himmels«, war konzipiert. Neun Aufnahmen sollten dazu gemacht werden, die als Ergebnis nahezu ein Quadrat ergeben. Jedes Bild sollte möglichst zwei Mal gemacht werden. Bei Mosaiken müssen sich die Einzelaufnahmen natürlich überlappen, Bildlücken beenden hier jedes Projekt vorzeitig. Es empfiehlt sich daher unbedingt, alle Aufnahmen inklusive der Auswahl der Leitsterne für die Nachführung bereits vor Urlaubsbeginn sorgfältig

vorbereiten. Hilfreich zur Ermittlung der Bildausschnitte sind Astronomieprogramme. Auf Sternkartenkopien können die festgelegten Bereiche aufgezeichnet werden. Es ist zu empfehlen, die sich überschneidenden Bereiche großzügig zu wählen: lieber ein kleineres Gesamtbild oder mehr Aufnahmen, als dass es am Ende bei Einzelaufnahmen bleibt, weil eine Bildlücke entstanden ist.

Bei Mosaiken empfiehlt sich zudem die Planung eines verkürzten Alternativprogramms, falls das Wetter nicht mitspielt oder im Verlauf des Urlaubs eine Ausrüstungskomponente ausfällt. Die Reihenfolge der Aufnahmen sollte daher so gewählt werden, dass auch ohne das Erreichen des Gesamtziels ein brauchbares Mosaik entstehen kann. Der »Krisenplan« für dieses Projekt bestand darin, auf den nördlichen Teil zu verzichten und lediglich sechs einfache Aufnahmen zu erstellen.

## Aufnahmen

Im Gegensatz zu CCD-Kameras können bei der chemischen Fotografie die Ergebnisse nicht umgehend überprüft werden. Die Entwicklung von Farbdiafilmen ist aufwändig und erfordert viele Materialien. Daher sollten in Bezug auf die Belichtungszeiten und den Fokus bereits vor der Reise Erfahrungen gesammelt werden. Für eine  $f/4$ -Optik mit Kodak E200 unter Namibiahimmel wurde eine Belichtungs-





**Abb. 3: Die zentrale Milchstraße** im Bereich der Sternbilder Schütze, Skorpion und Schlangenträger. Das Mosaik »Herz des Himmels« umfasst etwa 250 Quadratgrad.



**Abb. 4: Ausschnittsvergrößerungen aus dem Mosaik:**

- a) Die Sternwolken südlich des Sternhaufens NGC 6520 (mit »Ink Spot«) im Sternbild Schütze.
- b) Die Umgebung des »Snake Nebula« nördlich des Pfeifen-Nebels im Sternbild Schlangenträger.
- c) Der Bereich um die beiden Emissionsnebel NGC 6334 und 6357 im Sternbild Skorpion.



zeit von 30 Minuten empfohlen, sofern der Film bei der Entwicklung um eine Empfindlichkeitsstufe forciert entwickelt wird (»Push 1«, entsprechend 400 ASA). Im Nachhinein sollte sich das als guter Wert bestätigen.

Bei den Einzelaufnahmen ist möglichst darauf zu achten, eine vergleichbare Höhe der Bildausschnitte über dem Horizont zu erzielen. Auch in extrem dunkler Umgebung gibt es Unterschiede zwischen einer horizontnahen und einer Zenitaufnahme. Für Namibia stellt dies im Frühling jedoch keine große Herausforderung dar, da der Schütze in den späten Nachtstunden durch den Zenit wandert. So erfolgten die Aufnahmen (wegen des Krisenplans) in der mittleren Höhe des Mosaiks beginnend. Bereits in der zweiten Nacht konnte aber auch der nördliche Bereich ein erstes Mal fotografiert werden. Insgesamt wurden über 25 Aufnahmen gewonnen. Ausschnitte, bei denen Unsicherheiten in Bezug auf die Genauigkeit der Nachführung bestanden, wurden ein weiteres Mal abgelichtet.

### Entwicklung und Digitalisierung

Die Entwicklung eines Astrofilms sollte (wenn nicht in Eigenregie) durch ein erfahrenes Fachlabor erfolgen. Diese sind im Zuge des starken Rückgangs der chemischen Fotografie leider rar geworden. In jedem Fall sollten die Mitarbeiter auf die Besonderheiten der Aufnahmen hingewiesen werden. Astronomische Filme dürfen zudem nicht bereits im Labor geschnitten werden.

Einer Durchsicht der Aufnahmen im Hinblick auf Ausleuchtung und Schärfe folgt die Überprüfung der sich überschneidenden Bereiche. Hier passte glücklicherweise alles, es ergaben sich keine Lücken zwischen den Ausschnitten. Für die Digitalisierung der Positive (oder Negative) muss nicht zwangsläufig auf den Dienst eines Fachlabors zurückgegriffen werden. Spezielle Geräte für den Scan von Kleinbildaufnahmen oder Flachbettscanner mit hochwertigen Gläsern und Durchlichteinheiten für Mittelformate sind mittlerweile durchaus erschwinglich. Zudem können die Einstellungen der Ge-

räte bis zum gewünschten Ergebnis mehrfach verändert werden. In jedem Fall sollte die Software des Scanners in der Lage sein, unkomprimierte und somit verlustfreie Bilddateien wie Bitmap oder TIFF zu erzeugen. Ein Scan mit einer Farbtiefe von mehr als 8 Bit je Farbkanal sollte nur dann gewählt werden, wenn die für die anschließende Bearbeitung verwendete Bildsoftware dieses Format verarbeiten kann, und wenn sich die zu erwartenden Dateigrößen in einem hierfür zumutbaren Rahmen halten. Für die Positive hier kam ein Flachbettscanner mit einer Auflösung von 3200ppi (nicht interpoliert) zum Einsatz, der die durch die Körnung des Films vorgegebene Grenze annähernd ausreizen konnte.

### Bearbeitung

Für die Aufbereitung digitaler oder digitalisierter Aufnahmen sowie für die Kombination mehrerer Bilder wird am Markt eine ganze Reihe von Softwareangeboten. In diesem Fall kamen für die Überlagerung der Bilder Registar (Auriga Imaging) sowie für die Bearbeitung das bewährte Photoshop (Adobe Systems) zum Einsatz. Photoshop bietet unter anderem den Vorteil, auch bei enormen Dateigrößen noch die Verwaltung sowie die gesonderte Bearbeitung der sich im Laufe der Zusammenstellung des Gesamtbildes ergebenden unterschiedlichen Bildebenen zu ermöglichen. Die gleichmäßige Ausleuchtung des Gesamtbildes stand beim »Herz des Himmels« nicht im Vordergrund; vielmehr wurde, wie bereits bei den Scans darauf Wert gelegt, nicht alle Be-

reiche mit einer gleichmäßigen Helligkeit zu versehen. Ziel dabei war es, sowohl Strukturen in hellen Bereichen als auch schwache Nebel in dunkleren Bereichen zur Geltung bringen zu können.

### Zahlen

Der Scan einer Einzelaufnahme ergab eine (8-Bit-) TIFF-Datei mit einer Größe von knapp über 100 Megabyte. Während der Bearbeitungszeit überschritt das Gesamtbild mehrfach eine Dateigröße von 2 Gigabyte, was selbst Photoshop an seine Grenzen brachte und die vorzeitige Verschmelzung einzelner Bildebenen erforderlich machte. Das nunmehr aus einer einzelnen Ebene bestehende Gesamtbild hat eine Dateigröße von »nur noch« etwa 750 Megabyte. Die Auflösung beträgt 15500×16500 Bildpunkte, was in etwa 255 Megapixel entspricht. Vielleicht wird es in ein paar Jahren digitale Kameras geben, welche ähnliche Auflösungen mit wenigen oder gar einer einzigen Aufnahme erreichen. Bis dahin gilt jedoch, zumindest für Panoramaaufnahmen: Es muss nicht immer CCD sein!

#### Surftipp

Das Herz des Himmels digital: [www.herz-des-himmels.de](http://www.herz-des-himmels.de)

# Merkur, Mond und Plejaden am 26.4.2009



Eine seltene Konjunktion konnte am Abendhimmel des 26. April beobachtet werden: Die schmale Mondsichel besuchte Merkur, der nur wenige Grad neben den Plejaden stand. Trotz störender Schleierwolken konnten drei interstellarum-Leser das Ereignis in gelungener Weise dokumentieren.

**Abb. 1: Digitalfoto**, 21:36 MESZ, 85mm-Teleobjektiv bei f/8, Canon EOS 1000D, ISO 400, 10s. *Andreas Schnabel*

**Abb. 2: Digitalfoto**, 21:39 MESZ, 119mm-Teleobjektiv bei f/6,7, Canon EOS 40D, ISO 800, 2s. *Jörn Leineweber*



**Abb. 3: Digitalfoto**, 21:42 MESZ, 200mm-Teleobjektiv bei f/6,3, Canon EOS 450D, ISO 400, 40s, Aufnahme nachgeführt (Huckepack auf 10"-SCT). *Stefan Simon*



# First Light

## Gradienten entfernen

VON STEFAN SEIP

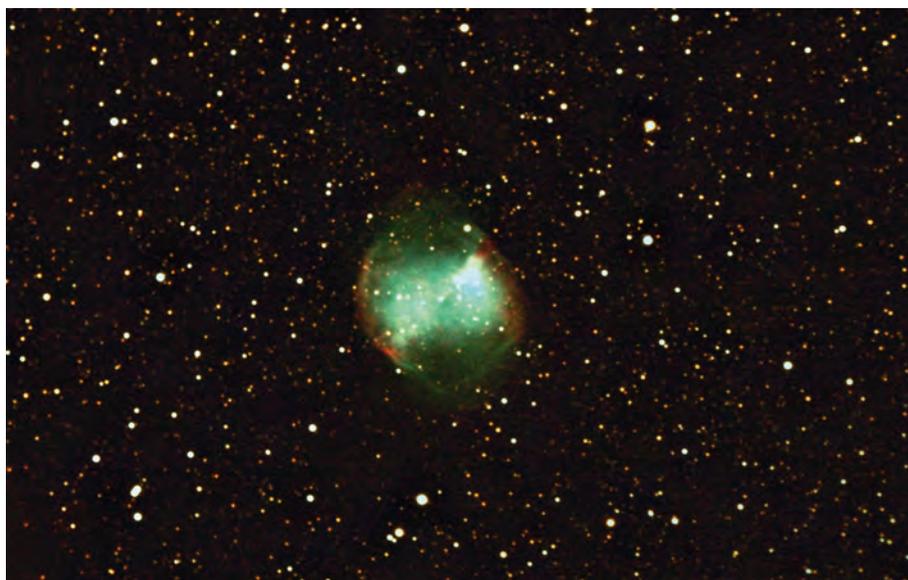
Ein häufig anzutreffendes Phänomen bei Astrofotos mit langen Belichtungszeiten ist ein unerwünschter Verlauf der Himmelselligkeit, ein so genannter Gradient. Frank Burkhardt hat eine Aufnahme von M 27, dem Hantelnebel, eingesandt, die er mit einer DSLR bei ISO 800 und einem 18"-Newton-Teleskop bei 2300mm Brennweite gewonnen hat (Abb. 1). Das Teleskop ist alt-azimutal montiert, so dass neun Einzelaufnahmen mit relativ kurzer Belichtungszeit (zwischen 30s und 70s) angefertigt wurden, damit sich die Bildfelddrehung nicht bemerkbar macht. Eine Kalibrierung mit Dunkelbildern (Darkframes) wurde durchgeführt. Unter anderem fiel ihm ein störender Gradient ins Auge. Zudem klagt er über ein starkes Farbrauschen, das am besten durch eine größere Anzahl von Einzelaufnahmen, also eine insgesamt längere Gesamtbelichtungszeit wirkungsvoll in den Griff zu bekommen ist.

Beim Anschauen der Originalaufnahme fällt auf, dass es sich bei dem Gradienten nicht um einen linearen Helligkeitsverlauf handelt, wie er typischerweise durch Mondlicht oder eine Aufhellung durch irdisches Störlicht verursacht wird. Stattdessen sind es eher drei dunkle Ecken, die wahrscheinlich durch Vignettierung entstanden sind und durch eine Kalibrierung mit Hellfeldbildern (Flatframes) verschwinden würden. Die rechte untere Ecke ist aufgehellt, laut Herrn Burkhardt eine Folge des Verstärkerglühens. Da ich ein solches bei der verwendeten Kamera (Canon EOS 450D) noch nicht in diesem Ausmaß feststellen konnte und es nach der Anwendung der Dunkelbilder nicht mehr sichtbar sein sollte, bleibt der Grund für diese Aufhellung zweifelhaft.

Die im Kasten beschriebene Vorgehensweise zur Beseitigung eines linearen Gradienten ist für das M 27-Foto nicht zielführend, weil der Gradient nicht linear ist. Ein nützliches Werkzeug, um solche Gradienten zu bekämpfen ist das Photoshop-Plug-In »GradientXTerminator«, das aus dem



F. BURKHARDT



Internet als Demo-Version heruntergeladen werden kann (s. Surftipp, Lizenz: 50\$). Nach der Installation gestaltet sich die Anwendung ziemlich einfach. Zunächst wird das abgebildete Objekt grob mit dem Lasso-Werkzeug (Taste »L«) umfahren. Danach invertiert man die Auswahl mit dem Befehl »Auswahl/Auswahl umkehren«. Nun ruft man das Plug-In auf mit dem Befehl »Filter/RC-Astro/GradientXTerminator...«, worauf ein Dialogfeld erscheint. Wählen Sie für Detail »Fine« und bei Aggressiveness »high« und bestätigen Sie mit »OK«, worauf eine zeitaufwändige Operation startet. Mit

**Abb. 1:** Der Hantelnebel, aufgenommen mit einem 18"-Newton und einer DSLR bei ISO 800. ▲

**Abb. 2:** Der Hantelnebel aus Abb. 1 nach Beseitigung des Gradienten.

dem Photoshop-Befehl »Filter/Rauschfilter/Rauschen reduzieren...« kann man anschließend noch das starke Farbrauschen reduzieren. Durch Anpassungen der Histogramme für die drei Farbkanäle (siehe Technikwissen interstellarum 63) entstand das Endergebnis (Abb. 2).

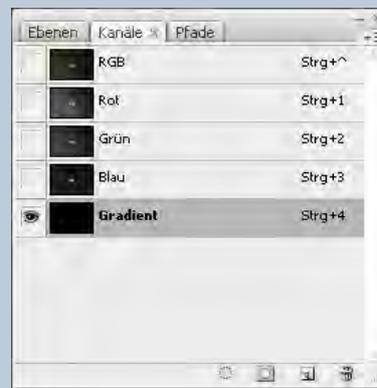
## Beseitigung eines linearen Gradienten

Der Hintergrund in der Aufnahme des Ringnebels (Abb. 1) zeigt einen linearen Gradienten, der etwa von der linken unteren zur rechten oberen Bildecke verläuft. Im Folgenden wird eine Methode beschrieben ihn mit dem Programm Adobe Photoshop CS3 zu beseitigen.

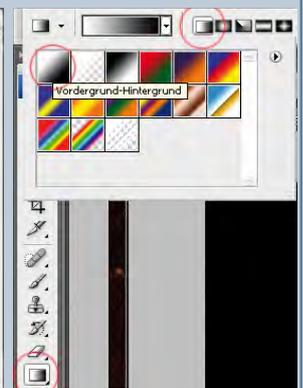
1. In der Palette »Kanäle« (Befehl »Fenster/Kanäle«) wählen Sie den Befehl »Neuer Kanal« und geben ihm den Namen »Gradient«.
2. Stellen Sie als Vordergrundfarbe »weiß« und als Hintergrundfarbe »schwarz« ein (Taste »D«).
3. Aktivieren Sie diesen Kanal und deaktivieren Sie den RGB-Kanal (Abb. 2), dann erscheint ein schwarzes Bild.
4. Wählen Sie das Verlaufswerkzeug und stellen sicher, dass der »Lineare Verlauf« und »Vordergrund-Hintergrund« eingestellt sind (Abb. 3).
5. Ziehen Sie mit der Maus im Bild eine Linie, die möglichst dem Verlauf des Gradienten entsprechen sollte, wobei der Startpunkt die aufgehellte Ecke des Bildes ist.
6. Blenden Sie den RGB-Kanal wieder ein und den Kanal »Gradient« aus (s. Abb. 2).
7. Wählen Sie nun den Befehl »Auswahl/Auswahl laden...« und achten Sie darauf, dass bei »Kanal« derjenige mit der Bezeichnung »Gradient« verwendet wird.
8. Rufen Sie die Palette »Info« (Befehl »Fenster/Info«) und dann den Befehl »Bild/Anpassungen/Tonwertkorrektur« auf. Fahren Sie mit der Maus an eine Stelle des Bildes, die die gewünschte Himmelselligkeit zeigt, also in die »dunkle« Ecke und beobachten Sie die Anzeige in der Info-Palette. Dort werden die entsprechenden RGB-Werte angezeigt, also zum Beispiel Rot 13, Grün 13, Blau 13, was auf einen farbneutralen, dunklen Himmel hindeutet, denn reines Weiß würde die Wertekombination 255,255,255 sein, tiefes schwarz 0,0,0.
9. Im Dialogfeld »Tonwertkorrektur« wählen Sie dann die Farbkanäle für rot, grün und blau einzeln an und verschieben den Schwarzpunkt (schwarzes Dreieck) nach rechts. Wie weit diese Verschiebung zu erfolgen hat, können Sie in erster Näherung dem visuellen Anblick in der Vorschau entnehmen. Noch genauer ist es, mit der Pipette (Mauszeiger) auf einen Himmelsbereich zu zeigen, der vorher durch den Gradienten aufgehellt und möglicherweise auch farbstichig war. Die Info-Palette zeigt in diesem Fall zu den einzelnen Farbkanälen je zwei Werte an, links den ursprünglichen Wert und rechts den nach Ihrer vorgenommenen Änderung. Ziel sollte sein, dass der Himmel dort etwa die gleichen Helligkeitswerte annimmt wie in der von dem Gradienten nicht beeinträchtigten Ecke.
10. Für das Feintuning empfiehlt es sich, den Cursor in das Feld »Schatten-Tonwertspreizung anpassen« zu stellen (Abb. 4) und den Mauszeiger auf die zu beobachtende Stelle im Bild. Nun können Sie mit den Pfeiltasten der Tastatur diesen Wert erhöhen oder reduzieren, bis das gewünschte Endresultat erreicht ist. Diese Prozedur ist für jeden der drei Farbkanäle zu wiederholen. Mit »OK« schließen Sie nach dem Erreichen des gewünschten Ergebnisses das Dialogfeld »Tonwertkorrektur« ab. Der Gradient ist erfolgreich beseitigt worden (Abb. 5).



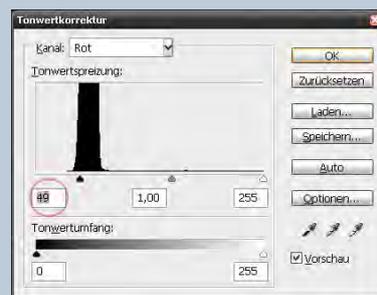
**Abb. 1:** Diese Aufnahme des Ringnebels zeigt deutlich einen linearen Gradienten, der von der linken unteren zur rechten oberen Bildecke verläuft.



**Abb. 2:** Der Kanal »Gradient« wird zum aktiven Kanal.



**Abb. 3:** Einstellungen im »Verlaufswerkzeug«.



**Abb. 4:** Feineinstellung der Hintergrundwerte mit Hilfe der Tonwertspreizung.

**Abb. 5:** Die Aufnahme des Ringnebels nach Beseitigung des linearen Gradienten.



# Objekte der Saison

**Die Objekte der Saison:** Leser beobachten. Ziel dieses interaktiven Projekts ist es, Beschreibungen, Zeichnungen, Fotos und CCD-Bilder von Deep-Sky-Objekten zusammenzuführen. In jeder Ausgabe werden im Abschnitt »Himmel« zwei Objekte vorgestellt, zu denen jeweils ein Jahr später die Beobachtungen veröffentlicht werden. Senden Sie uns Ihre Ergebnisse – wir drucken eine Auswahl der Bildresultate und Beschreibungen ab. Weitere Informationen und Daten zu den Objekten der Saison finden Sie im Internet unter [www.interstellarium.de/ods.asp](http://www.interstellarium.de/ods.asp), ebenso eine Möglichkeit, Resultate direkt online einzusenden.

## Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 66, Okt./Nov. 2009	M 33	Gx	Tri	01 <sup>h</sup> 33,9 <sup>min</sup>	+30° 48'	20.7.2009
	NGC 404	Gx	And	01 <sup>h</sup> 09,4 <sup>min</sup>	+35° 43'	
Nr. 67, Dez./Jan. 2010	M 37	OC	Aur	05 <sup>h</sup> 52,5 <sup>min</sup>	+32° 33'	20.9.2009
	NGC 1907	OC	Aur	05 <sup>h</sup> 28,1 <sup>min</sup>	+35° 20'	
Nr. 68, Feb./Mär. 2010	NGC 3628	Gx	Leo	11 <sup>h</sup> 20,3 <sup>min</sup>	+13° 36'	20.11.2009
	NGC 3184	Gx	UMa	10 <sup>h</sup> 18,3 <sup>min</sup>	+41° 25'	
Nr. 69, Apr./Mai 2010	M 87	Gx	Vir	12 <sup>h</sup> 30,8 <sup>min</sup>	+12° 23'	20.1.2010
	NGC 4435/8	Gx	Vir	12 <sup>h</sup> 27,8 <sup>min</sup>	+13° 01'	
Nr. 70, Jun./Jul. 2010	M 16	OC	Ser	18 <sup>h</sup> 18,8 <sup>min</sup>	-13° 47'	20.3.2010
	M 17	GN	Sgr	18 <sup>h</sup> 20,8 <sup>min</sup>	-16° 11'	
Nr. 71, Aug./Sep. 2010	NGC 6940	OC	Vul	20 <sup>h</sup> 34,6 <sup>min</sup>	+28° 18'	20.5.2010
	NGC 6992-5	GN	Cyg	20 <sup>h</sup> 57,0 <sup>min</sup>	+31° 30'	

## M 27



**CCD-Aufnahme,** 18"-Newton bei 2400mm, ST-10XME, 52min (L), 116min (H $\alpha$ ), 16min (R), 16min (G), 27min (B), Astronomik-Filter.  
Wolfgang Ries, Stefan Heutz



**CCD-Aufnahme**, 10,2"-Cassegrain bei 3000mm, SBIG STL-11000M, 8×500s (L), 5×650s (R), 5×500s (G), 5×650s (B), Astronomik LRGB-Filter.  
Dirk Bautzmann



**CCD-Aufnahme**, 3,5"-Refraktor bei 450mm, STL-11k, 5×10min (R), 5×10min (G), 7×10min (B), 7×30min (H $\alpha$ ), Astrodon G2-Filter.  
Martin Rusterholz



**Zeichnung**, 18"-Newton, 146×, [OIII]-Filter. Evelyn Petkow



**Digitalfoto**, 14"-Cassegrain bei 3500mm, Canon EOS 350D mod., ISO 800, 2×15min, Baader IR Sperrfilter-Filter, Aufnahme mit jeweiligem Dunkelbild-abzug. Aufnahmeort: Hocheifel. Teleskop: LX200R (indent. mit Meade 14" ACF). Per Auge nachgeführt mit Off Axisguider. Rolf Leibelng

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

## M 27

**8x30-Fernglas:** fst 5<sup>m</sup>7; direkt sichtbarer Nebelfleck, Form nicht bestimmbar. *Kay Hempel*

**10x50-Fernglas:** fst 5<sup>m</sup>9; im Fernglas zeigt sich der Hantelnebel als gut sichtbarer Nebelfleck, ohne dass die Form erkennbar wäre. *Benjamin Hartmann*

**80/400-Refraktor:** fst 4<sup>m</sup>5; die rechteckige Form konnte gut erkannt werden. Im Ansatz waren von den Enden bogenförmige Streifen zurück zum Nebel zu erkennen. Mit Filter war der Hintergrund dunkler, der Nebel hat seine Gestalt jedoch kaum verändert. UHC; 44x. *Stefan Deichsel*

**110/660-Refraktor:** fst 5<sup>m</sup>5; längliches graues Nebelfleckchen im Seitenverhältnis 2:1. Zur Mitte hin verzüngt sich das Objekt auf beiden Seiten. Es erinnert ein wenig an eine Sanduhr. 88x. *Stefan Westphal*

**200/1200-Newton:** fst 6<sup>m</sup>; sehr beeindruckend, ohne Filter sehr hell mit charakteristischer Hantelform und Helligkeitsverdichtung an den Enden, mit [OIII]-Filter »Henkel« fast umfassend zu sehen. 85x. *Benjamin Hartmann*

**200/1200-Newton:** fst 6<sup>m</sup>0; M 27 fällt einem sofort ins Auge und verlangt ständig nach höherer Vergrößerung. Je höher, desto mehr Details offenbaren sich. Die Hantelform ist klar zu sehen und viele nebelartige Strukturen, vor allem die Verbindung zwischen den hellsten Partien, sind deutlich wahrzunehmen. Ein Genuss auch für kleinere Fernrohre. 70x. *Manfred Holl*

**254/1140-Newton:** fst 7<sup>m</sup>0; die Hantelform sowie die beidseitig des Nebels gelegenen »Ohren« sind ebenso deutlich erkennbar wie einzelne Helligkeitsvariationen im Nebel selbst sowie – ohne Filter – der Zentralstern. Mit [OIII]-Filter lassen sich zudem (speziell im Bereich der Ohren) die schwächeren Außenbereiche des Nebels teilweise recht gut erkennen. Der sehr lichtschwache Halo bleibt trotz intensiver Suche hingegen unbeobachtbar. [OIII]; 235x. *Matthias Kronberger*

**304/1524-Newton:** fst 6<sup>m</sup>5; schöne helle Hantelform ohne Filter erkennbar. Mit UHC-Filter deutliche Zunahme der Nebelstruktur, vor allem seitlich der Hantel. UHC; 111x. *Hans-Jürgen Merk*

**320/1440-Newton:** Bortle 3; der helle innere Bereich wirkt auf den ersten Blick sanduhrförmig. Auf den zweiten Blick erscheinen zwei helle dreieckige Bereiche: Das nördliche Dreieck ist gleichseitig, eine Spitze zeigt zum Zentrum. Das südliche Dreieck ist eher gleichschenkelig-rechtwinklig, eine der langen Seiten zeigt zum Zentrum. Der mittlere zentrale Teil ist deutlich dunkler, es gibt keine hellere Verbindung zwischen den beiden Dreiecks-Teilen. Neben dem Zentralstern ist im südlichen Bereich ein weiterer Stern zu erkennen. Die äußeren Nebelhüllen sind leicht erkennbar und bilden weit in den Raum ragende geschlossene Bögen. 144x. *Uwe Pilz*

**406/1829-Newton:** fst 6m,8/SQM: 21<sup>m</sup>66; deutliche helle Hantelform erkennbar. Mit UHC-Filter ist die verwaschene, leicht spitz zulaufende Nebelstruktur um die Hantel deutlich sichtbar. Elf Sterne mit zentralem Stern konnte ich direkt fixieren. 136x. *Hans-Jürgen Merk*

**1070/4500-Newton:** fst 6<sup>m</sup>8; mein erstes Deep-Sky-Objekt im Riesendobson auf dem HTT! Trotz nur kurzer Beobachtung ein bleibender Eindruck: Ein Wattebausch voller feiner Strukturen scheint vor dem Sternhintergrund zu schweben. Im Gegensatz zu Fotos wirkt der Blick ins Okular dreidimensional. Einige Sterne im Nebel, der grünlich erscheint, kein Farbeindruck. Nebelfilter lassen das Bild noch heller erscheinen, dabei verschwinden aber die feinsten Strukturen. 145x. *Kay Hempel*

## M 71

**8x30-Fernglas:** fst 5<sup>m</sup>7; schwacher kleiner Nebelfleck, der indirekt besser als direkt wahrnehmbar ist. *Kay Hempel*

**16x70-Fernglas:** Bortle 3; M 71 zeigt sich als kleines, gleichmäßig helles, unregelmäßig geformtes Nebelscheibchen. Wirkt blickweise ganz schwach granuliert. *Michael Zschech*

**70/700-Refraktor:** fst 5<sup>m</sup>0; bei Mondlicht zuerst mit 28x nur indirekt zu sehen. Mit höherer Vergrößerung (78x–104x) aber dann doch direkt sichtbar. M 71 erscheint leicht körnig/griesig. Blickweise sind mit indirektem Sehen auch Einzelsterne sichtbar. *Frank Lange*

**20x80-Fernglas:** fst 5<sup>m</sup>7; direkt sichtbarer, aber fast völlig aufgelöster Nebelball, je ein Stern am südlichen und östlichen Rand indirekt sichtbar. 20x. *Kay Hempel*

**102/1400-Cassegrain:** fst 4<sup>m</sup>4; sehr diffus wirkender Kugelsternhaufen ohne markante Zentralverdichtung, beim indirekten Sehen und Schwenken des Gesichtsfeldes noch am besten zu erkennen. 100x. *Benjamin Hartmann*

**110/660-Refraktor:** fst 5<sup>m</sup>5; bei 26x und 44x war der Haufen sofort zu erkennen. Bei 88x erschien er als gleichmäßig heller, grauer, runder Nebelfleck mit sehr wenig Helligkeitsverdichtung zum Zentrum hin. Einzelsterne des Haufens konnten nicht aufgelöst werden. Lediglich einige Vordergrundsterne um den Haufen waren zu erkennen. *Stefan Westphal*

**200/1200-Newton:** fst 6<sup>m</sup>; der Kugelsternhaufen zeigt bei niedrigen Vergrößerungen noch kaum Auflösungserscheinung, bei 120x jedoch sind viele Einzelsterne sichtbar, er bleibt weiterhin im Zentrum aufgelöst. 120x. *Benjamin Hartmann*

**200/1200-Newton:** fst 6<sup>m</sup>0; M 71 ist scheinbar bis in die Kernregion hinein auflösbar. Schätzungsweise rund 100 bis 150 Sterne verteilen sich über ein etwa 6' großes Areal. Höhere Vergrößerungen bringen hier nicht unbedingt mehr sichtbare Sterne. Es ist schwer zu unterscheiden, ob es sich hier um einen offenen oder einen Kugelsternhaufen handelt. Der ein halbes Grad südlich stehende Offene Sternhaufen Harvard 20 ist unübersehbar, rund 15 Sterne können gezählt werden. 57x. *Manfred Holl*

**254/1140-Newton:** fst 6<sup>m</sup>7; ein großartiges Objekt! Bei niedrigen Vergrößerungen erscheint M 71 als heller, halb aufgelöster Nebelfleck inmitten eines reichen Sternfeldes. Bei höheren Vergrößerungen erscheint der Kugelsternhaufen bis ins Zentrum gut aufgelöst, wobei sich die etwas ungewöhnliche, dreieckige Sternverteilung deutlich abzeichnet. 45x–235x. *Matthias Kronberger*

**254/2500-SCT:** fst 4<sup>m</sup>9; gleichmäßig helle »gesprenkelte« Wolke. Keine Konzentration. Bei 200x fast komplett aufgelöst: Form dreieckig. Sieht eher wie ein OC aus als ein GC. 103x. *Johannes Kohr*

**320/1440-Newton:** Bortle 3; sehr ungewöhnliches Aussehen für einen Kugelsternhaufen: nicht rund, sondern dreieckig. Infolge einer nach Nordosten gerichteten Sternkette wird die visuelle Illusion eines »Pfeils« hervorgebracht, der nach Südwesten zeigt. Obwohl der Sternhaufen nicht völlig aufgelöst werden konnte, zeigt er sich weniger dicht als andere Objekte dieser Klasse. Das Halo enthält zahlreiche Sternketten, die sich aber nicht sicher vom dichten Milchstraßenhintergrund trennen lassen. 144x. *Uwe Pilz*

**368/1600-Newton:** fst 5<sup>m</sup>9; wirkt wie ein typischer Kugelsternhaufen, also sehr konzentriert, größtenteils aufgelöst, je ein heller Stern am südlichen und östlichen Rand. Form fast dreieckig. Größe etwa 5'. 73x–200x. *Kay Hempel*



**Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon 40D (modifiziert), ISO 800, 6x2min, 28x3min, 9x5min. *Siegfried Kohlert*



**CCD-Aufnahme**, 6"-Refraktor bei 880mm, Starlight Xpress mx7c, 4x1min. *Torsten Güths*



**Digitalfoto**, 10"-Newton bei 1279mm, Canon EOS 20Da, ISO 1600, 15x60s, 9x180s. *Thomas Tuchan*

# Astrofotos unserer Leser

**Die Spiralgalaxie M 81.** Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon 40D (modifiziert), ISO 800, 36×10min. *Siegfried Kohlert*

**Die Nebel im Fuhrmann** mit den Nebeln Sharpless 235, Sharpless 230, IC 417, IC 410 und IC 405 sowie den Sternhaufen M 36 und M38. CCD-Aufnahme, 200mm-Teleobjektiv, STL-11000, 3×10min (je RGB), 3×15min (Ha), Astronomik-Filter. *Matthias Garzaroli, Bernd Liebscher*



**M 97 und M 108.** CCD-Aufnahme, 4,5"-Newton bei 440mm, SBIG ST-2000XM, 12×10min (L), 3×10min (je RGB), SBIG LRGB-Filter. *Michael Deger*



**Die Strudelgalaxie M 51.** CCD-Aufnahme, 10"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, SBIG ST-10XME AO8, 25×10min (L), 8×10min (je RGB). *Wolfgang Kloehr*



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# 100 Stunden weltweit

## Höhepunkte des Astronomiejahrs

VON DANIEL FISCHER

Hadte das erste Quartal des Jahres der Astronomie eher im Zeichen von Auftaktveranstaltungen und Werbeanstrengungen – und vereinzelt Starparties, so es das Wetter zuließ – gestanden, so folgten im April und Mai die ersten Großaktionen. Als Massenbewegung kann man das IYA zwar nach wie vor nicht bezeichnen, aber allein in Deutschland sind nun schon hunderttausende mit einzelnen Aspekten konfrontiert worden. Eine gute Gelegenheit boten dabei die »100 Stunden Astronomie« vom 2. bis 5. April, das einzige weltweit koordinierte Projekt des Internationalen Astronomiejahrs – mindestens zehntausend Einzelveranstaltungen rund um den Globus dürfte es gegeben haben, über 200 davon in Deutschland. Die Gesamtzahl der Besucher hierzulande könnte bei etwa 25000 gelegen haben, weltweit waren es vermutlich Millionen – eine komplette Statistik gibt es leider nicht. Heraus ragen die 15000 Besucher der Weltraumtage im französischen Toulouse und die 2000 Teilnehmer bei einer einzigen öffentlichen Beobachtung mitten in New Delhi. In Deutschland wurden die meisten Besucher wohl auf dem Münchener Odeonsplatz gezählt, wo Wissenschaftler, Amateurastronomen und Astrofirmen täglich mehrere Tausend ansprechen konnten.

### Ansturm in der Fußgängerzone

Auch interstellarum war bei den 100 Stunden mit dabei: In Erlangen hatten sich sechs Sternfreunde um Chefredakteur Ronald Stoyan zusammengefunden, um in der Fußgängerzone im Herzen der 100000-Einwohner-Stadt am Freitag und Samstag des ersten April-Wochenendes Mond und Saturn zu zeigen – ohne Vorankündigung, ohne Presse – wie einst John Dobson. Insgesamt waren fünf Fernrohre am Start, darunter drei Dobsons mit bis zu 18" Öffnung. Der Andrang war überwältigend: Am Freitag gab es zwischen 19:30 und 1:00 Uhr kaum eine Pause zum Verschnaufen. Meist bildeten sich lange Schlangen an den Fernrohren, von gesetzten Theatergängern bis zu betrunkenen Jugendlichen reichte die Besucherpalette. Die Kommentare waren einheitlich: »Unglaublich« bzw. »Wahnsinn!« hörte man am meisten. Am Samstag war eigenartigerweise weniger los, durchziehende Wolken trübten die

Stimmung etwas. Insgesamt erlebten etwa 900 Menschen ihren ersten Blick durch ein Fernrohr.

Auch um Bonn waren interstellarum-Redakteure und -Kolumnisten aktiv. So wurden am 3.4. im benachbarten Sankt Augustin 15 Teleskope aufgebaut, gestellt überwiegend von Sternfreunden des Köln-Bonner AstroTreffs, und vor allem Eltern mit Kindern erlebten ihre erste Berührung mit der Faszination Astronomie. Am 4.4. hatte die Volkssternwarte Bonn zu einem Offenen Tag eingeladen, zu dessen Abschluss eine weitere öffentliche Beobachtung stattfand. Insgesamt wurden bei einem halben Dutzend Bonner Veranstaltungen an den vier Tagen gut 500 Besucher gezählt.

Auch an anderen Orten berichteten Lokalzeitungen über die einzelnen Veranstaltungen, doch betrüblicherweise wurde die vermutlich größte koordinierte astronomische Öffentlichkeitsaktion aller Zeiten von den großen Medien schlichtweg ignoriert – zahlreichen Pressemitteilungen bedeutender Forschungsorganisationen oder aufwändigen parallel organisierten Webcasts zum Trotz. Das IYA-Management will es nun noch einmal probieren: Für den 23. und 24. Oktober sind als Wiederholung der 100 Stunden die »Galileischen Nächte« rund um den Globus ausgerufen worden, bei denen diesmal der Planet Jupiter im Zentrum stehen soll, abermals begleitet von einem zunehmenden Mond. Dies ist eine ideale Gelegenheit, wieder Astronomie unter die Menschen zu tragen. Amateurastronomen rufen wir auf: Bleibt nicht in Euren Sternwarten sitzen und wartet auf Besucher, sondern geht dorthin, wo die Menschen sind! Auch wenn Planet wie Mond hierzulande nur etwa 20° hoch über dem Horizont stehen werden.

### Ausstellungen und Shows

Unabhängig vom direkten Beobachtungserlebnis hat auch das Angebot astronomischer Veranstaltungen im Frühjahr ge-

**Abb. 2: Großausstellungen** bringen die Astronomie dem Publikum nahe. Im Bild die Präsentation im Gasometer Oberhausen (a), das Wallraf-Richartz-Museum in Köln (b) und im deutschen Museum in Bonn bei der Uraufführung der »SternStücke« (c).



KATHRIN EHNROT



**Abb. 1: Die »100 Stunden Astronomie«** Anfang April gaben vielen Menschen die erste Gelegenheit Himmelsobjekte im Fernrohr zu betrachten, wie hier in der Fußgängerzone von Erlangen (a), St. Augustin (b) und am Oberhausener Gasometer (c).



### Astronomiejahr-Veranstaltungen im August/September 2009

Datum	Veranstaltung	Ort
16.8.	Astronomisches Kinderfest	Flughafen Stuttgart
15.9.	Kepler-Ausstellung	Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart
20.–24.9.	Highlights der Physik	Universität Köln
26.9.	Astronomie-Messe AME	Villingen-Schwenningen

waltig Fahrt aufgenommen. Die größte Ausstellung im Rahmen des IYA öffnete am 2. April im Gasometer Oberhausen ihre Pforten und ist noch bis mindestens Januar 2010 zu sehen. Der Titel »Sternstunden – Wunder des Sonnensystems« greift nicht weit genug: Zu sehen gibt es über 50 großformatige Bilder von Planetenoberflächen ebenso wie vom Deep-Sky, die mit jeweils mehreren Quadratmetern Fläche den Betrachter förmlich in sich hinein saugen, aber auch zahlreiche ausgewählte Exponate aus der gesamten Astronomiegeschichte. Und über allem schwebt »der größte Mond auf Erden« mit 25 Metern Durchmesser und bedruckt mit der Originalmondkarte des Orbiters Clementine. In den ersten sechs Wochen kamen bereits 70000 Besucher. Den idealen Kontrapunkt bildet eine Ausstellung zum Thema Mond im Kölner Wallraf-Richartz-Museum, die das Bild des Erdtrabanten durch die Kunstgeschichte, Wissenschaft und öffentliche Wahrnehmung vom Mittelalter bis in die Gegenwart verfolgt. Unter anderem sind gleich drei unterschiedliche Exemplare von Galileis Siderius Nuncius zu sehen.

In fast allen deutschen Planetarien sowie in Österreich und Schweiz wird seit Mai »Augen im All« gezeigt, das erste von der Europäischen Weltraumbehörde ESA koordinierte Programm, das den Bogen von Galilei bis zu den brandneuen ESA-Satelliten Herschel und Planck (und weiter bis zum Mars) spannt. Deren Start gelang inzwischen, kurz nach den meisten Premierenterminen des Programms, und auf der Nutzlastverkleidung der Ariane 5 prangten doch tatsächlich das IYA-Logo und der offizielle Slogan.

In mehreren Universitätsstädten laufen Ringvorlesungen zur Astronomie mit oft hochkarätigen Referenten, es gibt spezielle astronomisch inspirierte Konzerte und man kann auch ganz unverhofft mit dem IYA konfrontiert werden. So touren Ausstellungen mit astronomischen Motiven durch Einkaufszentren und Kaufhäuser, dazu eine Multivisionsshow mit Zeitrafferfilmen des Nachthimmels in einer speziellen Projektionskabine. Das in gewisser Weise besucherstärkste IYA-Ereignis gab es indes am 2. Mai in Bonn: Das traditionelle Abschlussfeuerwerk von »Rhein in Flammen«, dessen rund 250000 Besucher ansichtig wurden, hatte dieses Jahr gezielt ein astronomisches Thema erhalten.

### Surftipps

Deutsche Astronomiejahr-Homepage:

[www.astronomie2009.de](http://www.astronomie2009.de)

Gasometer Oberhausen: [www.gasometer.de](http://www.gasometer.de)

Wallraf-Richartz-Museum: [www.wallraf.museum](http://www.wallraf.museum)

Augen im All: [www.planetariumshow.eu](http://www.planetariumshow.eu)

Portal to the Universe: [www.portaltotheuniverse.org](http://www.portaltotheuniverse.org)

100-Stunden-Webcast-Archiv:

[www.eso.org/public/events/special-evt/100ha](http://www.eso.org/public/events/special-evt/100ha)

### Zwischenbilanz zum Astronomiejahr

1 Million Teilnehmer bei den »100 Stunden Astronomie«

60000 verkaufte »Galileoscopes«

141 teilnehmende Länder

60 Blogs mit professionellen Astronomen

# A German in New York

## Zu Besuch bei der Astromesse NEAF

VON RONALD STOYAN

In Amerika ist alles größer – könnte man meinen. Tatsächlich hatten sich zur größten Astromesse der Ostküste am 18. und 19. April fast 150 Aussteller angemeldet, fast doppelt so viele wie zu den hiesigen Messen ATT und AME. Doch die Dimensionen des 18. Northeast Astronomy Forum, kurz NEAF, in einer Turnhalle des Rockland Community College etwa

eine Autostunde nördlich von New York City, sind durchaus vergleichbar. Wühlische und Teleskopwälder sind Fehlanzeigen: Auch die Stände größerer Hersteller sind eher überschaubar. Die größte Präsenz besaß ausgerechnet ein wohlbekannter deutscher Händler: Markus Ludes alias APM Telescopes zeigte das weitaus größte Sortiment. Die Würze der zweitägigen Veran-

staltung sind die persönlichen Kontakte zu den Herstellern von Astro-Physics bis Televue, die alle vor Ort sind. Zusätzlich gibt es ein Vortragsprogramm mit namhaften Referenten. Auf einer großen Wiese vor der Halle konnten zudem zahlreiche Sonnenteleskope getestet werden. Insgesamt kamen knapp 3000 Besucher – trotz eines Eintrittspreises von stolzen 20\$.



Abb. 1: Blick in die Halle des NEAF, der größten amerikanischen Astromesse.

Abb. 3: Im Außenbereich war Sonnenbeobachtung angesagt.



Abb. 2: Der Autor mit Televue-Legende Al Nagler (a) und Sky & Telescope-Chefredakteur Bob Naeye (b).

# Termine für Sternfreunde August-September 2009

## Teleskoptreffen

- 3** 14.–16.8.: **WAA Summer Starparty 2009**, Gasthof Postl bei Maiersdorf, Naturpark Hohe Wand  
Wiener Astronomische Arbeitsgemeinschaft, Fraungrubergasse 3/1/7, A-1120 Wien, 0043/664/2561221, [www.waa.at/treff/ssp.html](http://www.waa.at/treff/ssp.html)
- 4** 15.8.: **City-Star-Party, Schwäbische Sternwarte**, Uhlandshöhe, Stuttgart  
[www.sternwarte.de/sternwarte/default.asp](http://www.sternwarte.de/sternwarte/default.asp)
- 6** 18.–23.8.: **7. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB)**, Wohratal-Hertingshausen  
Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V., [astronomie@onlinehome.de](mailto:astronomie@onlinehome.de), [www.astronomie-lahn-eder.de](http://www.astronomie-lahn-eder.de)
- 7** 21.–23.8.: **21. Swiss Star Party**, Gurnigel im Berner Oberland  
Radek Chromik Leuenberger, Föhrenweg 71, CH-3095 Spiegel, 0041/31/9718503, [radek.chromik@starparty.ch](mailto:radek.chromik@starparty.ch), [www.teleskoptreffen.ch](http://www.teleskoptreffen.ch)
- 8** 27.–30.8.: **Teleskoptreffen am Selenter See**, Pülzen, Schleswig-Holstein  
Raffael Benner, [www.teleskoptreffen.info](http://www.teleskoptreffen.info)
- 12** 17.–19.9.: **8. Teleskoptreffen »Mirasteilas«**, Falera, Graubünden  
José De Queiroz, 0041/81/9212555, [teleskoptreffen@mirasteilas.net](mailto:teleskoptreffen@mirasteilas.net), [www.mirasteilas.net](http://www.mirasteilas.net)
- 13** 17.–20.9.: **10. Herzberger Teleskoptreffen (HTT)**, Sportlerheim Jeßnigk bei Herzberg (Elster)  
AstroTeam Elbe-Elster Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b, D-04895 Falkenberg, 0176/22837911, [anfrage@herzberger-teleskoptreffen.de](mailto:anfrage@herzberger-teleskoptreffen.de), [www.herzberger-teleskoptreffen.de/aktuell.php](http://www.herzberger-teleskoptreffen.de/aktuell.php)
- 14** 17.–20.9.: **12. Bayerisches Teleskoptreffen (BTM)**, Osterberg bei Pfünz  
Uli Zehndbauer, [ullomat@web.de](mailto:ullomat@web.de), [www.beobachterforum.de](http://www.beobachterforum.de)
- 15** 17.–20.9.: **25. Internationales Teleskoptreffen (ITT)**, Emberger Alm, 9761 Greifenburg, Österreich, Kärnten  
Gerhard Riedl, 0043-4712-796, [riedl.gerhard@chello.at](mailto:riedl.gerhard@chello.at), [www.embergeralm.info/stella/](http://www.embergeralm.info/stella/)
- 17** 18.9.: **8. Hofer Teleskoptreffen**, Sternwarte Hof  
Sebastian Wolfrum, Sternwarte Hof, Egerländer Weg 25, D-95032 Hof, 09281/95278, [info@sternwarte-hof.de](mailto:info@sternwarte-hof.de), [www.sternwarte-hof.de](http://www.sternwarte-hof.de)
- 16** 18.–20.9.: **3. Ravensburger Teleskoptreffen (RATT)**, 88263 Horgenzell bei Ravensburg  
Carsten Przygoda, Finkenweg 25, D-88339 Bad Waldsee, [carsten@ratt-rv.de](mailto:carsten@ratt-rv.de), [www.ratt-rv.de](http://www.ratt-rv.de)
- 18** 18.–20.9.: **9. Almburg-Teleskoptreffen (ATM)**, Mitterfirmiansreuth, Bayerischer Wald  
[www.almburg-treffen.de](http://www.almburg-treffen.de)
- 19** 18.–20.9.: **9. Internationales Heide Teleskoptreffen (IHT)**, Reinsehlen, Lüneburger Heide  
Nils Kloth, 0173/5178429, [IHT@astrogarten.de](mailto:IHT@astrogarten.de), [www.astrogarten.de](http://www.astrogarten.de)
- 22** 26.9.: **18. Zumstein-Teleskoptreffen auf der Gurnigel-Passhöhe**, Restaurant Berghaus Gurnigel  
Anmeldung erforderlich bei Michel Figi, Foto Video Zumstein, Bern, Tel. 0041/31/3112113, [astro@foto-zumstein.ch](mailto:astro@foto-zumstein.ch), [www.foto-zumstein.ch/astronomie\\_events.php?shownews=16](http://www.foto-zumstein.ch/astronomie_events.php?shownews=16)

## Fachtagung

- 2** 8.8.: **11. H alpha Treff Rüsselsheim (HaTR)**, Vereinsgelände Am Schnepferberg 65468 Rüsselsheim  
Dietmar Sellner, 06147/936310, [d.sellner@t-online.de](mailto:d.sellner@t-online.de), [www.sternfreunde-ruesselsheim.de](http://www.sternfreunde-ruesselsheim.de)
- 9** 4.–6.9.: **The Fifth International Congress for Radio Astronomy**, Fachhochschule Heidelberg, SRH  
European Radio Astronomy Club und The SETI League, Peter Wright, Ziethenstr. 97, 68259 Mannheim, 0621/794597, [erachq@aol.com](mailto:erachq@aol.com), [www.eracnet.org/congress](http://www.eracnet.org/congress)



**13.–18.9.: European Planetary Science Congress 2009**, OA2 Contribution from Amateur Astronomers to Planetary Exploration, Kongresshotel Potsdam am Templiner See, Am Luftschiffhafen 1, Potsdam  
[meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2009/session/1758](http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2009/session/1758)

- 20** 25.–27.9.: **17. Österreichischer CCD-Workshop**, Mariazell/St. Sebastian  
[ccdeder.freewebspace.com](http://ccdeder.freewebspace.com), [astroteam.mariazell@gmx.net](mailto:astroteam.mariazell@gmx.net)

## Jugendfreizeit

- 1** 2.–22.8.: **46. International Astronomical Youth Camp (IAYC)**, Korbiewo, Schronsiko na Hala Miziowa, Polen  
Anu Brajovic, Svetog Save 20/1a, 11000 Beograd, Serbia, 00381/642623182, [info@iayc.org](mailto:info@iayc.org), [www.iayc.org/next\\_camp.php](http://www.iayc.org/next_camp.php)

## Messe

- 21** 26.9.: **4. Internationale Astronomiemesse AME** in Villingen-Schwenningen  
Siegfried Berghal, 0741/2706210, [info@astro-messe.de](mailto:info@astro-messe.de), [www.astro-messe.de](http://www.astro-messe.de)

## Sonstiges

- 5** 15.8.: **Lange Nacht am Aasee**, Astronomisches Programm der Sternfreunde Münster, LWL Museum für Naturkunde/Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium, Sentruper Straße 285, 48161 Münster  
Sternfreunde Münster, [www.sternfreunde-muenster.de](http://www.sternfreunde-muenster.de)
- 10** 12.9.: **3. Schweizer Astronomietag**, Kantonsschule Zug  
[www.astronomietag.ch](http://www.astronomietag.ch)

# Kompendium der Astronomie

Das »Kompendium der Astronomie« ist eine überarbeitete Neuauflage der bisher »Astrowissen« genannten Einführung in die Astronomie und Astrophysik. Ziel des Buches ist die umfassende und zugleich verständliche Darstellung aller wichtigen Informationen dieser Gebiete. Hans-Ulrich Keller ordnet daher die einzelnen Themen nacheinander an und erläutert jeweils die wesentlichen Fakten und deren Zusammenhänge. So erfährt der Leser in den ersten Abschnitten des Buches, wie die verschiedenen Instrumente zur astronomischen Beobachtung funktionieren, welche Koordinatensysteme den Himmel gliedern oder aufgrund welcher physikalischen Gesetze sich die Himmelskörper bewegen. Breiter Raum wird dann unserem Sonnensystem eingeräumt. Sonne, Erde, Planeten und Monde, aber auch Kometen und interplanetare Materie werden in diesem Kapitel detailliert vorgestellt. Danach wird man als Leser in die Stellarastrophysik eingeführt, lernt den Lebenszyklus der Sterne kennen und betrachtet Phänomene wie Doppelsterne, Veränderliche, Sternhaufen und Nebel. Die abschließenden Kapitel des Buches befassen sich mit unserem Milchstraßensystem, den Galaxien in den Weiten des Alls und der Frage, wie unser Universum eigentlich entstanden ist.

Ein kurzer Abriss zur Geschichte der Astronomie sowie Tabellen zu Symbolen, Einheiten und Größen schließen das Buch ab.

Der Autor Hans-Ulrich Keller verfolgt mit seinem Buch ein schwieriges Ziel: Es soll eine umfassende und dabei leicht verständliche Darstellung aller wichtigen astronomischen Themen sein, die Lehrer, Schüler, Studierende und Amateurastronomen als Lehrbuch und Nachschlagewerk dienen kann. Die Struktur des Buches und die Auswahl der thematischen Schwerpunkte tragen sehr gut zu diesem Ziel bei. Der anschauliche, erklärende Stil der Texte macht das Verständnis der Zusammenhänge leicht. In wenigen Fällen wäre es wünschenswert, wenn spezielle Fachbegriffe entweder erläutert oder nicht verwendet würden. Zum Beispiel wird im Zusammenhang mit den Schäferhunden Saturns das Wort »Ringlets« verwendet. Dieser Begriff ist sogar im Index aufgeführt, im Text jedoch nur genannt und nicht erklärt. Die Illustration der Texte durch viele Grafiken, Tabellen und Fotos trägt entscheidend zur Verständlichkeit des Buches bei. Zuweilen wurden jedoch Bildbeispiele gewählt, die eher verwirren als illustrieren. So wird bei



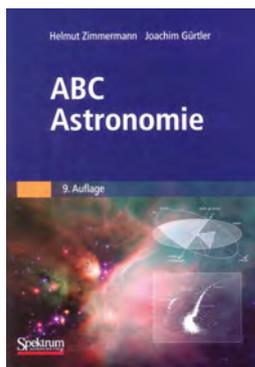
**Hans-Ulrich Keller:**  
**Kompendium der Astronomie,** Kosmos Verlag 2008, 4. Auflage, ISBN 978-3440112892, 284 S., 29,90€

der Erläuterung der adaptiven Optik eine Aufnahme des Hubble Space Telescope ohne diese Technik mit einer viel besser aufgelösten Aufnahme

derselben Himmelsregion am Very Large Telescope mit adaptiver Optik verglichen. Die sehr verschiedenen Öffnungen dieser Teleskope lassen einen solch direkten Vergleich jedoch nicht zu. Viele Grafiken sind nicht maßstäblich gezeichnet, worauf nicht hingewiesen wird. Mitunter wäre eine korrekte Darstellung durchaus möglich (z.B. Aufbau des Mondes). Maßstäblichen Grafiken (z.B. Kuiper-Objekte) fehlt oft eine entsprechende Skalierung. Auf erhebliche Kontraststeigerungen wie beim Foto des Uranusringsystems sollte stets hingewiesen werden. Hans-Ulrich Kellers Kompendium ist daher vor allem denjenigen Lesern zu empfehlen, die bereits gute Kenntnisse der Astronomie besitzen und ein systematisches, übersichtliches Nachschlagewerk suchen.

■ Thomas Rattei

## ABC Astronomie



Das bekannte Lexikon »ABC der Astronomie« behält auch in der neuen Auflage die bewährte Struktur der alphabetischen Ordnung von Stichworten bei und wurde inhaltlich aktualisiert. Das Lexikon-Konzept erlaubt es auch mit wenigen astronomischen Vorkenntnissen, astronomische Themen durch wiederholtes Nachschlagen der unbekannteren Begriffe zu verstehen. Die große Zahl enthaltener Stichwörter ist dabei sehr hilfreich. Die Mischung von vielen kurzen Einträgen zu Fakten und Objekten einerseits mit längeren Erläuterungen zu wesentlichen astronomischen Konzepten und Klassen von Himmelskörpern andererseits macht das Lexikon geeignet nicht nur zum Nachschlagen, sondern durchaus auch einmal zum längeren Lesen.

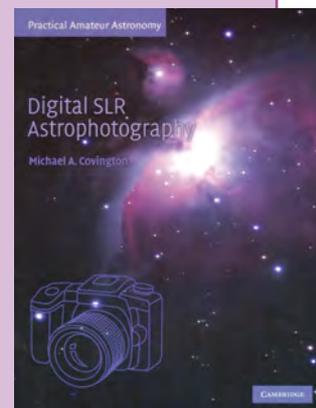
**Helmut Zimmermann, Joachim Gürtler:**  
**ABC Astronomie,** Spektrum Akademischer Verlag 2008, 9. Auflage, ISBN 978-3827417121, 504 S., 34,95€

■ Thomas Rattei

## Digital SLR Astrophotography

Eine leicht verständliche und praktisch nachvollziehbare Einführung in die inzwischen verbreitete Technik der Himmelsfotografie mit digitalen Spiegelreflexkameras bietet dieses Handbuch. Zunächst führt der Autor auf dem technischen Stand von 2007 in die Grundlagen der Bedienung ein, wodurch auch DSLR-Neulinge vier vorgeschlagene einfache Projekte selbst bewältigen können. Danach werden fortgeschrittene Themen wie Anschluss der Kamera an ein Teleskop, Brennweitenreduktion, Auswahl des Objektivs, Fokussierung, Nachführung und Stromversorgung besprochen. Auch zu den Techniken der digitalen Bildbearbeitung gibt das Buch einen grundlegenden Überblick. Zielgruppe des Handbuchs sind Einsteiger in die digitale Astrofotografie.

■ Thomas Rattei



**Michael A. Covington:**  
**Digital SLR Astrophotography,** Cambridge University Press 2008, 1. Auflage, ISBN 978-0521700818, 234 S., 22,95€

## Kleinanzeigen

**Verkaufe** Großfernglas Vixen BT125 + Vixen Gabel + Vixen Stellar Guide (digitaler Teilkreisrechner mit Enkodern); BT125 (f=760mm, D=125mm) für beliebige 1,25"-Okulare, 45° Schrägeinblick, Erstbesitzer, sehr guter Zustand; 3300€ • Ralf Gödde, Tel.: 017624076677, E-Mail: ralf.goedde@gmx.net

**Verkaufe** Interstellarum Hefte 4-7, 9-50 ( 46 Hefte ) sowie SuW Spezial "Schöpfung ohne Ende", nur zusammen, 75€ + Porto. • Wilhelm Broesan, Tel.: 0351-4604729, E-Mail: BroesanAndromeda@aol.com

**Verkaufe** GP-D2, Skysensor 2000 PC, Uni 28. Televue TV-102 mit vielen Radian, Nagler, Pa-

noptic, teilweise 2x für Bino. 2 Powermate, Big Barlow; TeleVue Zubehör für Canon EOS 20. Herschellkeil, Filter, Kendrick PowerPack, Kontrollbox, Heizmanschetten. Netzteile. Canon Timer TC-80N3 + Kabel für DSLR-Focus. Kameraplatte, u.a.m. Anschaffung: 2001–2006. Heutiger Kaufpreis ca. 12.300€. Zustand sehr gut; OVP meist vorhanden. Auf Wunsch Fotos. Excelliste per Email. Preis VS. • Tel.: 0211-553882, E-Mail: Tom\_Ruetzel@t-online.de

**Verkaufe** komplette Jahrgänge SUW 1998-2007, Star-Observer 2000-2005, Astronomie-Heute 2006-2007 an meist bietenden. • Anton Böhm, Tel.: 09402-6974,

E-Mail: Boehm-Regenstauf@t-online.de

**Verkaufe** Canon EOS 20D Astroversion mit H-alpha durchlässigem ACF-Filter, Einbau durch Fa. Baader (mit Rechnung), 1A-Zustand, Sensor gereinigt, keine Kratzer am Display, nur 8700 Auslösungen, mit Akku, Ladegerät, Trageriemen, Gehäusedeckel, Beschreibung, VHB 450€ • E-Mail: aldebaran1@aon.at

**Verkaufe** Verkaufe aus Altersgründen: Celestron 9 - neuwertig, Originalverpackung mit Baader-Solarfolie, D-5, Fassung, 900€ VHB • Reinhold Dietze, Tel.: 069-309033

# Demnächst in interstellarum

Aktueller Stand der Planungen für die nächsten Ausgaben. Aufgrund von aktuellen Ereignissen können sich Verschiebungen ergeben.

## Die Jahrhundert-Finsternis

Am 22. Juli findet die längste Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts in Asien statt. Nicht nur die Teilnehmer der interstellarum-Leserreise sind bereits gespannt – berichten Sie uns in Wort und Bild über Ihre eigenen Resultate. Wir stellen die schönsten Ergebnisse in einer Fotostrecke zusammen.



FRIEDHELM DORST

## Die Jahrtausend-Finsternis

Weitgehend unbemerkt von der astronomischen Öffentlichkeit bahnt sich im Januar 2010 ein weiteres Großereignis an: Am 15.1.2010 kommt es über dem Indischen Ozean zur längsten Finsternis des gesamten 3. Jahrtausends. Mehr als 10 Minuten steht der Mond vor der Sonne, die ringförmig um ihn sichtbar bleibt. interstellarum gibt ausführliche Hinweise zu Beobachtungs- und Reisemöglichkeiten.

## Die Kalzium-Sonne

Während Coronado sich aus der Fertigung von Teleskopen für die Beobachtung der Sonne im Kalzium-Licht zurückgezogen hat, bringt Lunt Solar Systems neue Modelle auf den Markt. Wir zeigen, was sie in der Praxis leisten.



ULLRICH DITTLER

**Heft 66 ab 18.9.2009 im Zeitschriftenhandel erhältlich!**

Aktuelle Berichte, Meldungen aus der Forschung und Neuigkeiten aus der Astroszene erhalten Sie alle 14 Tage im kostenlosen interstellarum-Newsletter.

### Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	7	Astrotreff	77	Meade Instruments	U4
AP Nidderau	39	Berlebach Stativtechnik	62	Oculum-Verlag	38/79
AstroInfo	73	Farm Tivoli	77	nimax GmbH	8/9
Astrocom	U3	Fujinon Europe	6	Teleskop-Service	39
Astrolumina	26	Grab Astro Tech	77	Vixen Europe	80
Astronomie.de	33	Intercon Spacetec	4/5	Wissenschaft Online	13
Astro-Messe	7	Kiripotib Astrofarm	77	Wolfgang Lille	77
Astro-Shop	U2	Kosmos-Verlag	27		

## Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

**Verlag:** Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen

**WWW:** www.oculum.de

**E-Mail:** info@oculum.de

**Tel.:** 09131/970694

**Fax:** 09131/978596

**Abo-Service:** Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen

**E-Mail:** aboservice@interstellarum.de

**Tel.:** 09131/970694 (Mo–Do 10:00–15:00)

**Fax:** 09131/978596

**Bezug:** Jahresbezugspreise 2009 inkl. Zustellung frei Haus: 54,90 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez., zusätzlich 2 Hefte interstellarum »Thema«



interstellarum erhalten Sie im Presse-Fachhandel mit dem »blauen Globus«. Dort können Sie auch Hefte nachbestellen, wenn sie nicht im Regal stehen.

**Vertrieb:** für Deutschland, Österreich, Schweiz  
Verlagsunion KG, Am Klängenweg 10, D-65396 Walluf

**Grafik und Layout:** Frank Haller, Diana Hoh

**Redaktion:** redaktion@interstellarum.de

Ronald Stoyan (Chefredaktion), Daniel Fischer, Susanne Friedrich, Frank Gasparini

**Mitarbeit:** Ulrich Beinert (Technik-Wissen), Peter Friedrich (Schlagzeilen), Kay Hempel (Astronomie mit bloßem Auge), Manfred Holl (Sonne aktuell), Matthias Juchert (Objekte der Saison), André Knöfel (Himmelsereignisse), Matthias Kronberger (Objekte der Saison), Burkhard Leitner (Kometen aktuell), Uwe Pilz (Praxis-Wissen), Thomas Rattei (Rezensionen), Nico Schmidt (Astronomie mit dem Fernglas), Martin Schoenball (Deep-Sky-Herausforderung), Stefan Seip (First Light, Technik-Wissen), Wolfgang Vollmann (Veränderlicher aktuell)

**Astrofotografie:** Siegfried Bergthal, Stefan Binnewies, Radek Chromik, Michael Deger, Ullrich Dittler, Torsten Edelmann, Bernd Flach-Wilken, Michael Hoppe, Bernhard Hubl, Michael Jäger, Bernd Koch, Erich Kopowski, Walter Koprolin, Bernd Liebscher, Norbert Mrozek, Gerald Rhemann, Andreas Rörig, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Volmer, Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch, Peter Wienerroither, Thomas Winterer

**Manuskriptannahme:** Bitte beachten Sie unsere Hinweise unter [www.interstellarum.de/texte.asp](http://www.interstellarum.de/texte.asp)

**Copyright/Einsendungen:** Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlassen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck und der Archiv-CD. Weitere Nutzungen in Büchern sind nicht gleichzeitig gegeben und bedürfen der Genehmigung durch den Autor. Ausgenommen davon ist der Abdruck ausgewählter Bilder in der Vorschau für die nächste Ausgabe und unter [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de).

Prinzipiell drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Parallelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck untersagt (§ 2-1 Verlagsgesetz) – **wir bitten um Beachtung.**

*Bitte informieren Sie uns, ob Ihre Beiträge schon an anderer Stelle veröffentlicht worden sind.*

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern, sowie orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinnenstehend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

**Private Kleinanzeigen:** können kostenlos unter [www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp](http://www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp) aufgegeben werden

**Geschäftliche Anzeigen:** es gilt Preisliste Nr. 10 vom 1.11.2008

Britta Friedsam, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596, E-Mail: [werbung@interstellarum.de](mailto:werbung@interstellarum.de)

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.